

# Merkblätter

Nr. 39

**Kartieranleitung zur Erfassung und  
Bewertung der aquatischen Makrophyten  
der Fließgewässer in NRW gemäß den  
Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie**

Wasser



Boden



Abfall

Technik  
Verfahren

---

# Merkblätter

---

Nr. 39

Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der  
aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in  
Nordrhein-Westfalen gemäß den  
Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie

---

Essen 2003

---

Das vorliegende Merkblatt wurde mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen erstellt.

## IMPRESSUM

- Herausgeber: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen  
Wallneyer Str. 6, 45133 Essen  
Telefon: (02 01) 79 95 - 0  
e-mail: poststelle@lua.nrw.de
- Projektleitung: Prof. Dr. Günther Friedrich,  
vormals Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen  
Stefan Meyer-Höltzl, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- Bearbeitung: Dr. Klaus van de Weyer  
lanaplan, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal  
e-mail: klaus.vdweyer@lanaplan.de
- Layout, Satz: Helga Friedrich
- ISSN: 0947-5788
- Vertrieb: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen  
Postfach 102 363, 45023 Essen
- Informationsdienste: Aktuelle Umweltdaten aus NRW:  
(u.a. aktuelle Luftqualitäts-, Gewässergüte- und  
Wasserstandsdaten der Fließgewässer)  
Fachinformationen:  
Internet unter [www.landesumweltamt.nrw.de](http://www.landesumweltamt.nrw.de)  
Aktuelle Luftqualitätsdaten NRW:  
WDR-Videotext (3. Fernsehprogramm), Tafeln 177 bis 179  
Telefonansagedienst unter (0201) 19 700
- Bereitschaftsdienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW  
(24-Std.-Dienst): Telefon (0201) 71 44 88

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

## Vorwort

Entsprechend den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie wird die Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung für die aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen nach den Begriffsbestimmungen der ökologischen Zustandsklassen vom „sehr guten Zustand“ bis zum „schlechten Zustand“ von Flüssen vorgestellt.

Grundlagen für die Zuordnung der Makrophyten zu den ökologischen Zustandsklassen sind die Leitbilder für die Fließgewässertypen in NRW, die die Zuordnung von Vegetationseinheiten in die einzelnen Gewässerlandschaften bei Abwesenheit störender Einflüsse ermöglichen. Es werden leitbildkonforme Vegetationseinheiten in den Gewässerlandschaften des Landes Nordrhein-Westfalen dargestellt, die nach der Klassifikation der EU-Wasserrahmenrichtlinie dem „sehr guten“ bzw. dem „guten Zustand“ entsprechen.



Unter der Berücksichtigung von Ausbau und Gewässerbelastung werden die Gesellschaften und Bestände der Makrophyten weiter im Hinblick auf die ökologischen Zustandsklassen der Richtlinie differenziert. Die Einstufung in die Klassen erfolgt anhand des Anteils von Störzeigern und des Wuchsformenspektrums der Pflanzen, so dass je nach Ausbildung „mäßige, unbefriedigende bzw. schlechte Zustände“ charakterisiert werden können. Die Ergebnisse basieren auf der Auswertung eines sehr umfangreichen Datenmaterials und gezielten Untersuchungen an Leitbildgewässern sowie an unterschiedlich stark degradierten Fließgewässern. Sie dienen als Arbeitsgrundlage für vielfältige Anwendungen im Gewässerschutz.

Essen, im April 2003

A handwritten signature in black ink that reads "Harald Irmer". The signature is written in a cursive, slightly stylized script.

Dr. Harald Irmer  
Präsident des  
Landesumweltamtes  
Nordrhein-Westfalen



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Definition und Wuchsformen von Makrophyten</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Qualitative Erfassung und Bestimmung von Makrophyten</b> .....	<b>15</b>
3.1	Qualitative Erfassung .....	15
3.1.1	Allgemeine Übersicht .....	15
3.1.2	Tauchuntersuchungen (Bearbeitung: L. Hauswirth) .....	16
3.2	Bestimmung .....	16
3.3	Probenkonservierung und -transport .....	17
3.4	Nomenklatur .....	17
<b>4</b>	<b>Quantitative Erfassung der Makrophyten</b> .....	<b>18</b>
4.1	Allgemeine Rahmenbedingungen für die Durchführung der Untersuchungen.....	18
4.2	Einführung: Vegetationskundliche Schulen der Makrophytenforschung in Deutschland .....	18
4.3	Quantitative Probenahme.....	19
4.4	Erhebung weiterer Parameter .....	20
<b>5</b>	<b>Klassifikation und Bewertung</b> .....	<b>21</b>
5.1	Klassifikation .....	21
5.2	Bewertung .....	23
5.3	Die makrophytischen Vegetationstypen der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen .....	23
5.3.1	Makrophytenfreier Typ.....	23
5.3.2	<i>Berula erecta</i> -Gesellschaft.....	25
5.3.3	Nymphaeiden- bzw. Vallisneriden-Typen .....	25
5.3.4	Elodeiden-Typen.....	27
5.3.5	Parvopotamiden-Typ .....	29
5.3.6	Groß-Laichkraut-Typ.....	29
5.3.7	Myriophylliden-Typen.....	30
5.3.8	<i>Callitriche</i> -Typen .....	32
5.3.9	<i>Callitriche-Myriophylletum alterniflori</i> .....	34
5.3.10	Lemniden-Typ .....	34
5.3.11	Haptophyten-Typen .....	35
5.3.12	Thermophiler Neophyten-Typ .....	37
5.3.13	Helophyten-Typ.....	37
<b>6</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b> .....	<b>38</b>
6.1	Punktuelle Aufnahme, Beispiel: Schwalm (LONDO-Skala) .....	38
6.2	Komplette Erfassung im gesamten Längsverlauf, Beispiel: Schaagbach (KOHLER-Skala) .....	40

<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Summary</b> .....	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung</b> .....	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>45</b>
10.1	Allgemeine Literatur.....	45
10.2	Weiterführende Literatur.....	45
10.3	Nomenklatur .....	53
10.4	Bestimmungsliteratur.....	53
10.5	Rote Listen, Natura 2000.....	54
<b>Anhang</b>	.....	<b>55</b>

**Beilagen:**

- Karte 1: Ökologische Zustandsklassen der Schwalm (Niederrheinisches Tiefland, Kreis Viersen) auf Grundlage der Makrophytenvegetation
- Karte 2: Makrophytenvegetation und ökologische Zustandsklassen des Schaagbaches von der B221 bis Wildenrath
- Tabellen: Tab. 5.5 bis Tab. 5.19

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1:	Begriffsbestimmungen für den Zustand von Flüssen .....	9
Tab. 2.1:	Wuchsformen der Hydrophyten .....	11
Tab. 2.2:	Wuchsformen der Pleustophyten (Wasserschweber) .....	14
Tab. 3.1:	Qualitative Erfassungsmethoden für Makrophyten.....	15
Tab. 3.2:	Konservierung von Makrophyten.....	17
Tab. 3.3:	Nomenklatur der Makrophyten .....	17
Tab. 4.1:	Übersicht wesentlicher vegetationskundlichen Schulen der Makrophytenforschung in Deutschland .....	18
Tab. 4.2:	Schätzsкала der Häufigkeit nach KOHLER (1978a).....	18
Tab. 4.3:	Artmächtigkeit und Soziabilität nach BRAUN-BLANQUET (1964).....	19
Tab. 4.4:	Schätzsкала des Deckungsgrades nach LONDO (1974), leicht verändert .....	19
Tab. 4.5:	Beispiel für einen Geländebogen (Schätzsкала nach LONDO 1974).....	20
Tab. 5.1:	Beispiel für eine nach Wuchsformen gegliederte Vegetationsaufnahme (Schätzsкала nach LONDO 1974).....	21
Tab. 5.2:	Liste der Vegetationstypen der Fließgewässer in NRW, gegliedert nach Wuchsformen und dominanten Arten .....	22
Tab. 5.3:	Makrophyten-Leitbilder für die Fließgewässertypen in NRW .....	24
Tab. 5.4:	Ökologische Zustandsklassen des Vegetationstyps „Myriophylliden-Typ des Tieflandes“ .....	23
Tab. 5.5:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse der Niederungsgebiete .....	*
Tab. 5.6:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen Bäche und kleinen Flüsse der Sandgebiete.....	*
Tab. 5.7:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse der Verwitterungsgebiete .....	*
Tab. 5.8:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse der Lössgebiete .....	*
Tab. 5.9:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse des Silikatischen Grundgebirges.....	*
Tab. 5.10:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse des Schwach karbonatischen Deckgebirges .....	*
Tab. 5.11:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse der Muschelkalkgebiete .....	*
Tab. 5.12:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Bäche und kleinen Flüsse der Verkarsteten Kalkgebiete.....	*
Tab. 5.13:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Organisch geprägten Flüsse des Tieflandes .....	*
Tab. 5.14:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Lehmgeprägten Flüsse des Tieflandes .....	*

\* Beilagen

Tab. 5.15:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Sandgeprägten Flüsse des Tieflandes .....	*
Tab. 5.16:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Siesgeprägten Flüsse des Tieflandes .....	*
Tab. 5.17:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Schottergeprägten Flüsse des Grundgebirges .....	*
Tab. 5.18:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Schottergeprägten Karstflüsse des Deckgebirges .....	*
Tab. 5.19:	Zustandsklassen der makrophytischen Vegetationstypen der Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges .....	*
		* Beilagen

Tab. 6.1:	Makrophytenvegetation der Schwalm.....	39
Tab. 6.2:	Makrophytenvegetation des Schaagbaches von der B221 bis Wildenrath .....	40

#### Anhang

Tab. A 1:	Arbeitsschritte bei der Erfassung und Bewertung von Makrophyten in Fließgewässern in NRW gemäß EU-WRRL .....	57
	Erfassungsbogen Makrophyten Fließgewässer NRW.....	60

#### Abbildungen

Abb. 3.1:	Untersuchungsgang beim Einsatz von Booten (nach HOLMES et al. 1999, verändert) .....	15
Abb. 3.2:	Schematische Darstellung der Geräte- und Personenanordnung bei den Linientransekt-Tauchuntersuchungen .....	16

#### Bildnachweis

1-4, 6-17: K. van de Weyer  
 5, 20, 21: G. Friedrich  
 18: C. Schmidt  
 19: S. Woike

#### Abbildungsnachweis

Abb. in Tab. 2-1: CASPER & KRAUSCH (1980/1981), KRAUSE (1997), ROTHMALER (1994)

# 1 Einleitung

Im Jahr 1999 wurden vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW 1999a, b) Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen und entsprechende Referenzgewässer vorgelegt. Hierzu erfolgte eine Klassifikation von zehn unterschiedlichen Fließgewässerlandschaften, die folgendermaßen definiert sind: „Unter einer Fließgewässerlandschaft wird ein Landschaftsraum verstanden, der in Bezug auf die gewässerprägenden geologischen und geomorphologischen Bildungen als weitgehend homogen zu bezeichnen ist, jedoch in Abhängigkeit von den Böden, der Hydrologie oder der Lage im Längsverlauf eines Gewässers mehrere Gewässertypen enthalten kann. Die geographische Lage der Gewässerlandschaften ist als orientierender Überblick kartographisch darstellbar, die Gewässertypen selbst können innerhalb der Gewässerlandschaften kleinräumig wechseln“. Es werden die folgenden Gewässerlandschaften unterschieden:

- Sandgebiete
- Verwitterungsgebiete und Flussterrassen
- Lössgebiete
- Niederungsgebiete

- Silikatisches Grundgebirge
- Vorland des Silikatischen Grundgebirges
- Vulkangebiete
- Schwach-karbonatisches Deckgebirge
- Muschelkalkgebiete
- Verkarstete Kalkgebiete.

Für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer in NRW liegen mittlerweile auch Leitbilder sowie Referenzgewässer vor (LUA NRW 2001c, d) vor. Es werden die folgenden Flusstypen unterschieden:

- Organisch geprägter Fluss des Tieflandes
- Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes
- Sandgeprägter Fluss des Tieflandes
- Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes
- Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges
- Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges
- Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges.

Für die Fließgewässer werden Leitbilder angegeben, die wie folgt definiert sind (LUA NRW 1999a, b): „Nach der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Tab. 1.1: Begriffsbestimmungen für den Zustand von Flüssen

Sehr guter Zustand	Guter Zustand	Mäßiger Zustand	Unbefriedigender Zustand	Schlechter Zustand
<p>Die taxonomische Zusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse.</p> <p>Keine erkennbaren Änderungen der durchschnittlichen makrophytischen und der durchschnittlichen phytobenthischen Abundanz.</p>	<p>Die makrophytischen und phytobenthischen Taxa weichen in ihrer Zusammensetzung und Abundanz geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Diese Abweichungen deuten nicht auf ein beschleunigtes Wachstum von Algen oder höheren Pflanzen hin, das das Gleichgewicht der in dem Gewässer vorhandenen Organismen oder die physikalisch-chemische Qualität des Wassers oder Sediments in unerwünschter Weise stören würde.</p>	<p>Die Zusammensetzung der makrophytischen und phytobenthischen Taxa weicht in relativ geringem Maße von der typspezifischen Gemeinschaft ab und ist in signifikanter Weise stärker gestört als dies bei gutem Zustand der Fall ist. Es sind mäßige Änderungen der durchschnittlichen makrophytischen und der durchschnittlichen phytobenthischen Abundanz erkennbar.</p>	<p>Gewässer, bei denen die Werte für die biologischen Qualitätskomponenten des betreffenden Oberflächengewässers stärkere Veränderungen aufweisen und die Biozönosen erheblich von denen abweichen, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit dem betreffenden Oberflächengewässertyp einhergehen, werden als unbefriedigend eingestuft.</p>	<p>Gewässer, bei denen die Werte für die biologischen Qualitätskomponenten des betreffenden Oberflächengewässertyps erhebliche Veränderungen aufweisen und große Teile der Biozönosen, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit dem betreffenden Oberflächengewässertyp einhergehen, fehlen, werden als schlecht eingestuft.</p>

definiert das Leitbild den Zustand eines Gewässers anhand des heutigen Naturpotenzials des Gewässerökosystems auf der Grundlage des Kenntnisstandes über dessen natürliche Funktionen. Das Leitbild schließt insofern nur irreversible anthropogene Einflüsse auf das Gewässerökosystem ein. Ein Leitbild beschreibt kein konkretes Sanierungsziel, sondern dient in erster Linie als Grundlage für die Bewertung des Gewässerökosystems. Es kann lediglich als das aus rein fachlicher Sicht maximal mögliche Sanierungsziel verstanden werden, wenn es keine sozio-ökonomischen Beschränkungen gäbe. Kosten-Nutzen-Analysen fließen daher in die Ableitung des Leitbildes nicht ein. Das Leitbild besitzt keinen Bezug zu einem konkreten historischen Zustand.“ Das LUA NRW (1999a, b, 2001c, d) gibt für die Referenzgewässer Leitarten der Fische und des Makrozoobenthos an, für die Makrophyten liegt eine entsprechende Bearbeitung aus dem Jahr 2001 vor (LUA NRW 2001a). Mittlerweile liegen ebenfalls Leitbilder für die Ufer- und Auenvegetation der kleinen und großen Fließgewässer in NRW (LUA NRW 2001b) vor.

Seit dem 22.12.2000 ist die Wasser-Rahmen-Richtlinie in Kraft (EU 2000). In Artikel 2 finden sich Begriffsbestimmungen. Hier wird aufgeführt: „Fluss“ ist „ein Binnengewässer, das größtenteils an der Erdoberfläche fließt, teilweise aber auch unterirdisch fließen kann.“ Im Anhang V der Wasser-Rahmen-Richtlinie sind für die oben genannten Lebensräume Qualitätskomponenten aufgeführt. Bei Flüssen sind für Makro-

phyten und das Phytobenthos die in Tab. 1.1 dargestellten Begriffsbestimmungen für den sehr guten, guten und mäßigen Zustand aufgeführt.

Im Jahr 2001 wurde eine Klassifikation der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie publiziert (LUA NRW 2001a). Mit dem vorliegenden Merkblatt soll hierzu eine „Kartieranleitung für die Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie“ vorgelegt werden. Es werden mehrere Untersuchungsmethoden dargestellt, die nach der jeweiligen Situation (Größe des Gewässers, Fragestellung der Untersuchung) eingesetzt werden können. Gemeinsam ist ihnen, dass sie zu einer nahezu kompletten Aufnahme der Makrophyten als Grundlage von Bewertungen führen.

Der hier dargelegte Entwurf zur Bewertung basiert auf dem bereits im Merkblatt Nr. 30 verwendeten, umfangreichen Datensatz aus den Fließgewässern des Landes NRW. Er soll auch als Beitrag für die zu erarbeitende Bewertungsmethode der Makrophyten in den Fließgewässern der gesamten Bundesrepublik Deutschland dienen. In Fortschreibung des vorgenannten Merkblattes werden hier die botanischen Ausprägungen der Qualitätsstufen sehr guter und guter Zustand differenziert.

## 2 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 ausbilden. Morphologisch lassen sich in Anlehnung an WIEGLEB (1991) die folgenden Wuchsformen unterscheiden (s. a. VAN DE WEYER 1999):

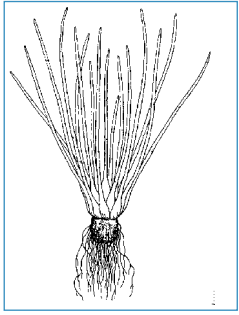
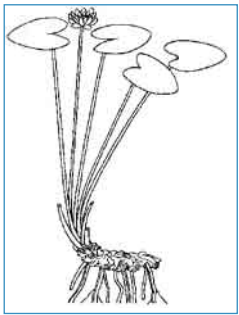


- I Rhizophyten (im Sediment wurzelnde Pflanzen)
  - I.1 Helophyten (Sumpfpflanzen)
  - I.2 Hydrophyten (Wasserpflanzen)

II Pleustophyten (Wasserschweber)






III Haptophyten (Haftpflanzen: Moose, Rot- und Grünalgen, Flechten)

Die nachfolgenden Tabellen 2.1 und 2.2 geben einen Überblick auf die einzelnen Wuchsformen der Hydrophyten und Pleustophyten. Die Abbildungen stammen aus CASPER & KRAUSCH (1980/1981), KRAUSE (1997) und ROTHMALER (1994).

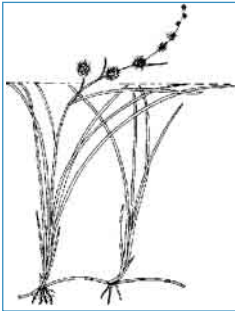
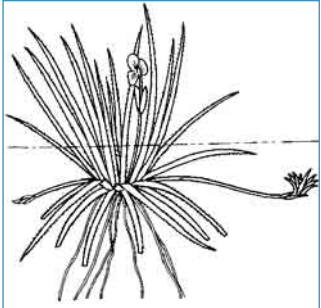


Tab. 2.1: Wuchsformen der Hydrophyten

Isoetiden	niedrigwüchsige Grundsprossgewächse, im Sediment wurzelnd	Isoëtes, Juncus bulbosus	
Nymphaeiden	Schwimblattgewächse, im Sediment wurzelnd	Nymphaea, Nuphar	
Elodeiden	Kleinblättrige submerse Makrophyten mit wirteligen Sprossen, Blätter unzerteilt, im Sediment wurzelnd	Elodea	
Parvopotamiden	Submerse Makrophyten mit unzerteilten, schmalen, ganzrandigen Blättern (Kleinlaichkrautartige), im Sediment wurzelnd	Potamogeton pectinatus, Zannichellia	

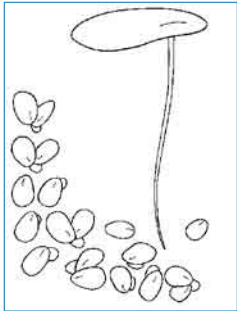
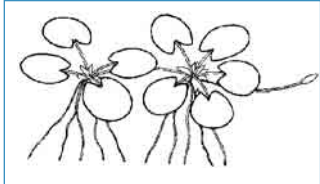

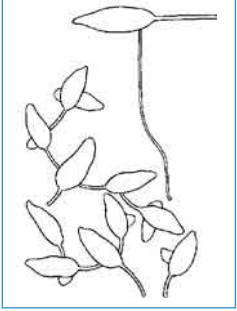

Tab. 2.1: Wuchsformen der Hydrophyten – Fortsetzung

Magnopotamiden	Submerse Makrophyten mit unzerteilten, breiten, ganzrandigen Blättern (Großlaichkrautartige), im Sediment wurzelnd	Potamogeton lucens, Potamogeton perfoliatus	
Myriophylliden	Submerse Makrophyten mit beblätterten Sprossen, Blätter zerteilt, im Sediment wurzelnd	Myriophyllum, Ranunculus fluitans	
Chariden	Submerse Makrophyten mit wirteligen Ästen, mit Rhizoiden im Sediment verankert	Chara, Nitella	
Batrachiden	Makrophyten mit Schwimm- und Submersblättern, letztere zerteilt oder unzerteilt im Sediment wurzelnd	Ranunculus peltatus, Potamogeton gramineus	
Pepliden	Makrophyten mit länglichen oder spatelförmigen Blättern, letztere eine Rosette bildend, im Sediment wurzelnd	Callitriche, Peplis portula	

Tab. 2.1: Wuchsformen der Hydrophyten – Fortsetzung

Vallisneriden	Makrophyten mit grundständigen, aber lang flutenden Blättern, im Sediment wurzelnd	Sparganium emersum f. vallisnerifolia, Vallisneria spiralis	
Stratiotiden	Schwach verwurzelte bis frei schwimmende, halbgetauchte Rosetten, am Gewässergrund überwinternd (zwischen Rhizophyten und Pleustophyten stehend)	Stratiotes	
Graminoiden	Süßgräser, im Sediment wurzelnd	Agrostis, Glyceria	
Herbiden	Kräuter, im Sediment wurzelnd	Berula, Nasturtium	

Tab. 2.2: Wuchsformen der Pleustophyten (Wasserschweber)

Lemniden	Pleustophyten mit kleinen, blattähnlichen Schwimmsprossen	Lemna, Wolffia, Spirodela	
Hydrochariden	Pleustophyten mit großen Schwimmblättern	Hydrocharis	
Ceratophylliden	Pleustophyten mit großen, zerteilten Submersblättern	Ceratophyllum, Utricularia	
Riccielliden	kleine submerse Pleustophyten, keine Differenzierung in Blatt und Spross	Riccia, Lemna trisulca	
Eichhorniiden	Pleustophyten mit allen Teilen außer der Wurzel und Teilen der Blattstiele über der Wasseroberfläche (Pleustohelophyten)	Eichhornia	

### 3 Qualitative Erfassung und Bestimmung von Makrophyten

#### 3.1 Qualitative Erfassung

##### 3.1.1 Allgemeine Übersicht

Neben der rein **optischen Erfassung**, die meist unter Zuhilfenahme von Booten mit Glasboden, Sehhöhren, Sichtkästen o.ä. erfolgt, ist in allen Fällen die **Entnahme von Makrophyten** erforderlich. Sie kann in flachen Gewässern direkt per Hand erfolgen, in tiefen Gewässern bzw. bei geringer Sichttiefe sind jedoch mechanische Hilfsmittel notwendig. Zweckmäßig sind vor allem Harken (z.T. mit ausziehbaren Stielen) und Anker, die als Schleppanker insbesondere für größere Wassertiefen geeignet sind. Bewährt haben sich auch Konstruktionen, bei denen Angelruten mit kleineren Harken kombiniert werden. Diese bieten neben guter Handhabbarkeit den Vorteil geringen

Gewichtes. Der Abstand der einzelnen Zähne der Harken sollte möglichst eng sein ( $< 5$  mm); bewährt haben sich z.B. Läusekäme für Pferde. Greifapparate können auch verwendet werden. Bei Lemniden-Beständen werden repräsentative Proben abgeschöpft und im Labor auf einem Papierbogen oder in einer wassergefüllten Petrischale unter dem Binokular untersucht.

Können die Gewässer nicht durchwaten werden, empfiehlt sich die Untersuchung von einem Boot – nach Möglichkeit mit Glasboden – aus. Mit dem Boot wird nach dem in Abb. 3.1 beschriebenen Muster jeweils von einem Ufer zum anderen gefahren. Die Proben werden mit einer Harke, einem Wurfanker bzw. einem Bodengreifer entnommen:

Tab. 3.1: Qualitative Erfassungsmethoden für Makrophyten

	Bäche und kleine Flüsse	Große Flüsse
Optische Erfassung	X	X
Entnahme von Makrophyten von Hand	Flachwasser	Flachwasser
Entnahme von Makrophyten mit Harke, Einsatz einer Wathose	Tiefe Bereiche	Tiefe Bereiche
Befahren mit Boot, Entnahme von Makrophyten mit Harke, Wurfanker bzw. Bodengreifer		zwingend erforderlich
Tauchen, nach Möglichkeit mit Pressluftflaschen (2 Taucher)		empfehlenswert

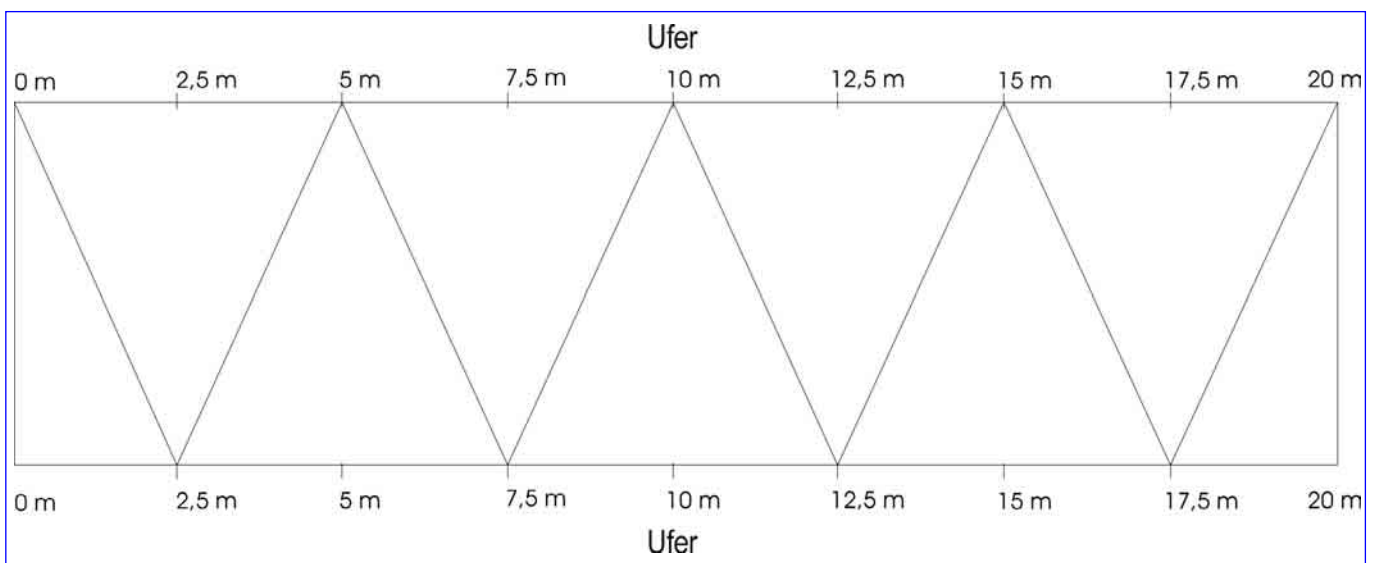


Abb. 3.1: Untersuchungsgang beim Einsatz von Booten (nach HOLMES et al. 1999, verändert)

### 3.1.2 Tauchuntersuchungen (Bearbeitung: L. Hauswirth)

In tiefen Flüssen ist zusätzlich Tauchen, nach Möglichkeit mit Pressluftgeräten, erforderlich. Bewährt hat sich die Aufnahme mit Linientransekten, die auch in Stillgewässern angewandt wird (VÖGE 1987, VAN DE WEYER 2003). Diese Methode wurde von L. Hauswirth zur Erfassung der Makrophytenvegetation der Lippe entwickelt (ABU SOEST 1997, BECKERS et al. 2001, VAN DE WEYER 1998). Erforderlich sind ein Boot mit einem Protokollant und zwei Taucher mit Schnorchel, Tauchermaske, Flossen, Neoprenanzug und Blei. Zunächst erfolgt eine Übersichts-„begehung“ des Flusses im Untersuchungsraum zur Erfassung des Arteninventars sowie der verschiedenen Sohlsubstrate. Danach werden die Probestrecken ausgewählt und markiert. Im Naturschutzgebiet „Klostermersch“ an der Lippe wurden z.B. vier Abschnitte von je 20 Metern Fließstrecke mit jeweils 11 Linientransekten im Abstand von zwei Metern angelegt. Der Fluss wird senkrecht zur Uferlinie mit einem Seil überspannt, welches auf beiden Böschungen an Metallstangen befestigt wird. Das Seil wird meterweise markiert und dient zur Stabilisierung und Orientierung der Bearbeiter. Der Abstand zwischen der Stange auf der Böschung und der Wasserlinie sollte in etwa konstant sein und der Abstand von der Uferlinie zur ersten Metermarkierung sollte vermerkt werden, um eine stark geschwungene Uferlinie später nachvollziehen bzw. darstellen zu können. Ein Taucher fixiert an der Metermarkierung des Seils die Stange

und führt sie bis auf den Grund. Die Häufigkeit bzw. Deckung der Wasserpflanzen wird jeweils einen Meter vor und hinter der Stange ermittelt; zur Verwendung kommt eine der in Kap. 4.2 beschriebenen Schätzskalen. Es entsteht eine lückenlose Verbreitungskarte der Wasserpflanzen für diesen Gewässerabschnitt. Darüber hinaus wird an jedem laufenden Meter die Wassertiefe mittels der skalierten Stange gemessen und das Sohlsubstrat bestimmt. Auch Angaben zur Ablagerung von Detritus und anderen organischen Materialien auf der Sohle sowie eine Beschattung durch Gehölze wird notiert. Der Protokollant befindet sich bei Flussbreiten von über 20 Metern in einem ebenfalls am Seil befestigten Boot, um in Rufnähe zu den Tauchern bleiben zu können. Beim Einsatz von Pressluftflaschen werden die Ergebnisse von den Tauchern unter Wasser auf Schreibtafeln erfasst; hier kann auch das Transekt mittels eines Stahlseiles markiert werden.

Sämtliche Angaben der Taucher gehen in einen Aufnahmebogen ein, welcher von dem Protokollanten für jeden Querschnitt separat ausgefüllt wird. Die Geländedaten werden später mittels der EDV-Programme MS-Excel und Coreldraw verarbeitet und dargestellt (ABU 1997).

### 3.2 Bestimmung

Hierzu wurde ein separater Bestimmungsschlüssel erarbeitet (VAN DE WEYER 2002). Ansonsten sei auf die in Kap. 10.4 aufgeführte Literatur verwiesen.

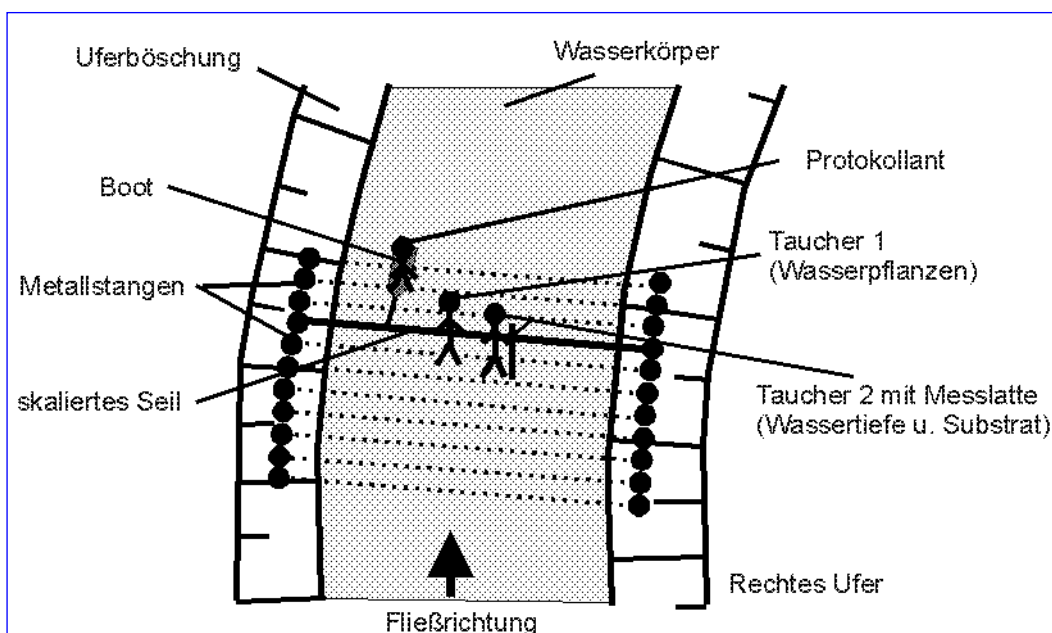


Abb. 3.2:  
Schematische  
Darstellung der  
Geräte- und  
Personenanordnung  
bei den Linien-  
transekt-Tauchunter-  
suchungen

### 3.3 Probenkonservierung und -transport

Die Bestimmung der meisten Sippen kann im Gelände erfolgen. 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 konserviert und dunkel gelagert. Alle Proben werden wie folgt beschriftet: Fundort, Standort, Funddatum und Sammler. Damit die Daten auch für die floristische Kartierung (JAGEL & HAEUPLER 1995, SCHUMACHER et al. 1996) verwendet werden können, sollte jeweils auch die Nummer der topografischen Karte 1 : 25.000 und nach Möglichkeit auch der Quadrant bzw. Viertelquadrant angegeben werden (s. [http://www.lanaplan.de/makrophyten/f\\_kartierung.html](http://www.lanaplan.de/makrophyten/f_kartierung.html)).

Tab. 3.2: Konservierung von Makrophyten

Höhere Pflanzen	Herbarium
Armluchteralgen	Herbarium
Moose	Moostüten
Rot- und Grünalgen	Alkohol, dunkle Lagerung

### 3.4 Nomenklatur

Die Nomenklatur folgt den folgenden Arbeiten:

Tab. 3.3: Nomenklatur der Makrophyten

Höhere Pflanzen	BRD: WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) NRW: RAABE et al. (1996)
Moose	KOPERSKI et al. (2000)
Armluchteralgen	BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1996)
Rotalgen	BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1996)

## 4 Quantitative Erfassung der Makrophyten

### 4.1 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 müssen aus Sicherheitsgründen Schwimmwesten benutzt werden. In Fließgewässern mit hoher Fließgeschwindigkeit müssen die Probenehmer im Gewässer von der Brücke aus mit einem Seil gesichert werden. Im Übrigen gelten die jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen, insbesondere auch bei Tauchuntersuchungen.

### 4.2 Einführung: Vegetationskundliche Schulen der Makrophytenforschung in Deutschland

Allen quantitativen Methoden ist gemeinsam, dass es sich um **Schätzungen** der Häufigkeit bzw. des Deckungsgrades aller Populationen bzw. Arten in definierten Probeflächen handelt. Für eine umfassende Darstellung sei auf SCHMEDITJE et al. (2001) verwiesen.

Tab. 4.1: Übersicht auf die drei wesentlichen vegetationskundlichen Schulen der Makrophytenforschung in Deutschland

Schule	KOHLER	BRAUN-BLANQUET	WIEGLEB
Aufnahmeflächen	Fließgewässer: bis zu mehreren Kilometern Stillgewässer: Uferabschnitte (MELZER 1976)	kleine Aufnahmeflächen	Fließgewässer: 10 – 100 m auf der gesamten Breite Stillgewässer: Abschnitte
Schätzskala	Häufigkeit fünfteilige Skala nach KOHLER (1978a)	Deckungsgrad BRAUN-BLANQUET (1964) WILMANN (1983)	Deckungsgrad Dezimalskala nach LONDO (1974)
Klassifikation	Zusammenhang mit Standortfaktoren, vor allem Stickstoff und Phosphor zur Beurteilung der Trophie/Belastung	Pflanzengesellschaften: Gesamtheit von Pflanzenbeständen, die durch eine charakteristische Artenkombination und bestimmte Standortbedingungen gekennzeichnet sind Einordnung in das pflanzensoziologische System	Wuchsformtypen anhand der Dominanz  Zusammenhänge mit Standortfaktoren  Populationsbiologie/-ökologie
Region	Süddeutschland	Deutschland	Deutschland, Schwerpunkt Nord- und Westdeutschland

Tab. 4.2: Schätzskala der Häufigkeit nach KOHLER (1978a)

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

Tab. 4.3: Artmächtigkeit und Soziabilität nach BRAUN-BLANQUET (1964)

	Artmächtigkeit	Soziabilität
+	spärlich mit sehr geringem Deckungswert	
1	reichlich, aber mit geringem Deckungswert oder ziemlich spärlich, aber mit größerem Deckungswert	Einzelprosse, Einzelstämme
2	sehr zahlreich oder mindestens 1/10 bis 1/4 der Aufnahme­fläche deckend, Individuenzahl beliebig	gruppen- oder horstweise wachsend
3	1/4 bis 1/2 der Aufnahme­fläche deckend, Individuenzahl beliebig	trupweise wachsend (kleine Flecken oder Polster)
4	1/2 bis 3/4 der Aufnahme­fläche deckend, Individuenzahl beliebig	in kleinen Kolonien wachsend oder ausgedehnte Flecken oder Teppiche bildend
5	mehr als 3/4 der Aufnahme­fläche deckend, Individuenzahl beliebig	große Herden

Tab. 4.4: Schätzskala des Deckungsgrades nach LONDO (1974), leicht verändert

	Deckung (%)
+	< 1
0.1	1
0.2	> 1 – 3
0.4	> 3 – 5
0.7	> 5 – 10
1.2	> 10 – 15
2	> 15 – 25
3	> 25 – 35
4	> 35 – 45
5	> 45 – 55
6	> 55 – 65
7	> 65 – 75
8	> 75 – 85
9	> 85 – 95
10	95 – 100

Bei den Tauchuntersuchungen in der Lippe (ABU 1997) kam eine vereinfachte dreiteilige Skala zum Einsatz, die die folgenden Schätzklassen beinhaltet: 0 – 25 % Deckung = 1; 25 – 75 % = 2; 75 – 100 % = 3.

### 4.3 Quantitative Probenahme

Zuerst wird die Makrophytenvegetation im Gelände erfasst, als Grenze dient die Mittelwasserlinie. Dies kann je nach Fragestellung auf der gesamten Länge des Fließgewässers oder an ausgewählten Abschnitten erfolgen (s. Kap. 6.1, 6.2). Die Erfassung auf der gesamten Länge des Fließgewässers ermöglicht einen genauen Überblick auf die gesamte Makrophytenvegetation, ist jedoch sehr zeitaufwendig. Die punktuelle Erfassung 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.

Bei einer stichprobenartigen Bearbeitung bieten sich Brücken an, da sie eine gute Wiederauffindbarkeit der Probeflächen gewährleisten. Sowohl bei der Untersuchung auf der gesamten Länge wie auch der stichprobenartigen Bearbeitung werden jeweils Abschnitte erfasst. Bei kleinen bis mittelgroßen Fließgewässern werden die Makrophyten auf der gesamten Breite des Gewässers untersucht, bei großen Fließgewässern erfolgt die Bearbeitung getrennt von beiden Ufern aus. Empfehlenswert bei großen Fließgewässern sind zudem Tauchuntersuchungen (ABU SOEST 1997, VAN DE WEYER 1998). Als Begrenzungen der Untersuchungsabschnitte dienen sichtbare Einleitungen, grundlegende Änderungen der Beschattung, der Linienführung, der Ausbauart, der Fließgeschwindigkeit und des Sedimentes, Stauwehre, Einmündungen, Flussgabelungen etc. Weitere Angaben zur Erfassung von Makrophyten finden sich bei VAN DE WEYER (1999). Die Häufigkeit bzw. Deckung der Makrophyten wird nach einer der in Kap. 4.2 beschriebenen

Methoden erfasst, wobei sich die KOHLER-Methode insbesondere für längere Abschnitte eignet. Tabelle 4.5 zeigt einen Geländebogen, bei dem die Schätzskala nach LONDO (1974) verwendet wurde.

#### 4.4 Erhebung weiterer Parameter

Die Fließgeschwindigkeit wird im Stromstrich mit der Driftkörpermethode erfasst. Die Beschattung wird geschätzt als Anteil der Fläche von der Gesamtfläche des Gewässerabschnittes, der beschattet ist. Das Sediment wird optisch bzw. durch Fingerprobe wie folgt klassifiziert: Steine, Kies, Sand, Schlamm.

Tab. 4.5: Beispiel für einen Geländebogen (Schätzskala nach LONDO 1974)

Gewässer	Schwalm	
Einzugsgebiet	Schwalm	
Gewässerstationierung/Abschnitt	284.99 km 6	
Lokalität	Brempter Mühle	
Gewässerlandschaft	Niederungen	
Bearbeiter/in	van de Weyer	
Datum	25.08.1988	
Breite (m)	8	
Länge (m)	35	
Tiefe (m)	0,5	
Fließgeschwindigkeit (m/sec)	0,7	
Beschattung (%)	10	
Sediment	Kies, Sand, Schlamm	
Gesamtdeckung (%)	65	
Artenzahl	8	
Anzahl Wuchsformen	4	
Anzahl Wuchsformen ohne dominante Wuchsform	3	
Art	Wuchsform	Deckung/Häufigkeit
Callitriche hamulata	Peplide	0,4
Callitriche cf. platycarpa	Peplide	0,2
Ranunculus fluitans	Myriophyllide	5
Sparganium emersum	Nymphaeide	0,2
Sagittaria sagittifolia	Nymphaeide	0,7
Agrostis stolonifera	Helophyt	0,1
Phalaris arundinacea	Helophyt	0,2
Urtica dioica	Helophyt	0,1

## 5 Klassifikation und Bewertung

### 5.1 Klassifikation

Bei der Weiterverarbeitung der Geländeerhebungen werden zunächst die Arten nach Wuchsformen sortiert. Die Artenzahl, die Wuchsformenzahl und die Wuchsformenzahl ohne die dominante Wuchsform werden ermittelt. Helophyten und Grünalgen werden hierbei nicht berücksichtigt. Aus der dominanten Wuchsform ergibt sich die Zuordnung zum Vegetationstyp. Im vorliegenden Fall dominiert die Myriophyllide *Ranunculus fluitans*.

Tab. 5.1: Beispiel für eine nach Wuchsformen gegliederte Vegetationsaufnahme (Schätzskala nach LONDO 1974)

Gewässer	Schwalm
Einzugsgebiet	Schwalm
Gewässerstationierung/Abschnitt	284.99 km 6
Lokalität	Brempter Mühle
Gewässerlandschaft	Niederungen
Bearbeiter/in	van de Weyer
Datum	25.08.1988
Breite (m)	8
Länge (m)	35
Tiefe (m)	0,5
Fließgeschwindigkeit (m/sec)	0,7
Beschattung (%)	10
Sediment	Kies, Sand, Schlamm
Gesamtdeckung (%)	65
Artenzahl	8
Anzahl Wuchsformen	4
Anzahl Wuchsformen ohne dominante Wuchsform	3
<b>Myriophylliden:</b>	
Ranunculus fluitans	5
<b>Nymphaeiden:</b>	
Sparganium emersum	0.2
Sagittaria sagittifolia	0,7
<b>Pepliden:</b>	
Callitriche hamulata	0,4
Callitriche cf. platycarpa	0,2
<b>Helophyten:</b>	
Agrostis stolonifera	0,1
Phalaris arundinacea	0,2
Urtica dioica	0,1

Die Zuordnung der Vegetationsaufnahme zu einem Vegetationstyp erfolgt mit Hilfe von Tab. 5.2 bzw. den Tabellen der entsprechenden Fließgewässertypen. In diesem Fall handelt es sich um den Organisch geprägten Fluss des Tieflandes (s. Tab. 5.13 [Anhang]). Da die Schwalm im Tiefland entspringt und verläuft, wird die Aufnahme dem Myriophylliden-Typ des Tieflandes zugeordnet.

Tab. 5.2: Liste der Vegetationstypen der Fließgewässer in NRW, gegliedert nach Wuchsformen und dominanten Arten

<b>Ohne Makrophyten</b>
Makrophytenfreier Typ (Bäche und kleine Flüsse bis 10 m Breite)
Makrophytenfreier Typ (große Flüsse ab 10 m Breite)
<b>Dominanz von Elodeiden bzw. Ceratophyllum:</b>
Elodeiden-Ceratophyllum-Typ ( <i>Elodea canadensis</i> , <i>E. nuttallii</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> )
Groenlandietum densae-Typ (carbonatreich)
<b>Dominanz von Herbiden:</b>
<i>Berula erecta</i> -Gesellschaft
<b>Dominanz von Lemniden:</b>
Lemniden-Typ ( <i>Lemna minor</i> , <i>L. gibba</i> , <i>Spirodela polyrhiza</i> )
<b>Dominanz von Magnopotamiden:</b>
Groß-Laichkraut-Typ ( <i>Potamogeton lucens</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. alpinus</i> , <i>P. gramineus</i> )
<b>Dominanz von Myriophylliden:</b>
Myriophylliden-Typ des Tieflandes ( <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Ranunculus fluitans</i> ) (nur für Fließgewässer, die im Tiefland entspringen)
<i>Ranunculus</i> -Typ ( <i>R. fluitans</i> , <i>R. peltatus</i> , <i>R. penicillatus</i> ) von Bächen und kleinen Flüssen (bis ca. 10 m Breite) der Mittelgebirge
<i>Ranunculus</i> -Typ ( <i>R. fluitans</i> , <i>R. peltatus</i> , <i>R. penicillatus</i> ) von großen Flüssen (ab ca. 10 m Breite) der Mittelgebirge
<i>Ranunculus trichophyllus</i> -Typ <i>Callitricho-Myriophylletum alterniflori</i> ( <i>Myriophyllum alterniflorum</i> )
<b>Dominanz von Nymphaeiden:</b>
<i>Sparganium emersum</i> -Ges. ( <i>Sparganium emersum</i> , <i>Sagittaria sagittifolia</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Potamogeton natans</i> )
<i>Potamogeton polygonifolius</i> -Gesellschaft (carbonatarm)
<b>Dominanz von Parvopotamiden:</b>
Parvopotamiden-Typ ( <i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>P. pusillus</i> agg., <i>P. trichoides</i> , <i>P. crispus</i> , <i>Zannichellia palustris</i> )
<b>Dominanz von Pepliden:</b>
<i>Callitriche platycarpa/stagnalis</i> -Typ <i>Callitrichetum obtusangulae</i> <i>Callitricho-Myriophylletum alterniflori</i> ( <i>Callitriche hamulata</i> )
<b>Dominanz von Moosen und Rotalgen:</b>
<i>Scapania</i> -Typ ( <i>Scapania undulata</i> , <i>Fontinalis squamosa</i> , <i>Chiloscyphus polyanthos</i> , <i>Hygroamblystegium fluviatile</i> , <i>Jungermannia exsertifolia</i> , <i>Racomitrium aciculare</i> , <i>Schistidium rivulare</i> , <i>Marsupella emarginata</i> , <i>Lemanea</i> spp.)
<i>Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica</i> -Typ
<i>Leptodictyum</i> -Typ
<b>Dominanz von Langfädiger Cladophora-Grünalgen:</b>
Langfädiger <i>Cladophora</i> -Typ
<b>Dominanz von termophilen Arten (nur Erft):</b>
Thermophiler Neophyten-Typ

## 5.2 Bewertung

Im nächsten Schritt wird geprüft, ob die vorliegende Vegetationseinheit dem Leitbild des entsprechenden Fließgewässertyps entspricht (s. Tab. 5.3). Dies ist im vorliegenden Fall, dem Myriophylliden-Typ des Tieflandes, nicht der Fall. Beim Organisch geprägten Fluss des Tieflandes entsprechen die folgenden Vegetationseinheiten dem Leitbild: Die *Sparganium emersum*-Gesellschaft, der Groß-Laichkraut-Typ, der *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typ und in carbonatarmen Gewässern das Callitriche-Myriophylletum alterniflori. Die meisten dieser Vegetationstypen können auch in anderen Fließgewässertypen dem Leitbild entsprechen (s. Tab. 5.3).

Für die Bewertung wird die vorliegende Aufnahme der entsprechenden ökologischen Zustandsklasse zugeordnet (s. Tab. 5.4 bzw. Tab. 5.5 bis 5.12 [Anhang]). Im vorliegenden Beispiel fehlen Störzeiger (langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden [z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*], Elodeiden [z.B. *Elodea canadensis*]). Deshalb wird die vorliegende Vegetationsaufnahme dem „mäßigen Zustand“ zugeordnet.

Tab. 5.4: Ökologische Zustandsklassen des Vegetationstyps „Myriophylliden-Typ des Tieflandes“ (aus: LUA NRW 2001)

sehr gut/	–*
gut	–*
mäßig	Myriophyllum spicatum bzw. Ranunculus fluitans dominant; Störzeiger (langfädige <i>Cladophora</i> spp., Parvopotamiden [z.B. <i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>Zannichellia palustris</i> ], Elodeiden [z.B. <i>Elodea canadensis</i> ]): fehlend oder subdominant
unbefriedigend	Myriophyllum spicatum bzw. Ranunculus fluitans dominant; Störzeiger (langfädige <i>Cladophora</i> spp., Parvopotamiden [z.B. <i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>Zannichellia palustris</i> ], Elodeiden [z.B. <i>Elodea canadensis</i> ]): codominant
schlecht	–

\* keine Zuordnung des Vegetationstyps zu dieser ökologischen Zustandsklasse

## 5.3 Die makrophytischen Vegetationstypen der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen

Nachfolgend werden die makrophytischen Vegetationstypen der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen beschrieben (aus LUA NRW 2001). Eine Übersicht auf die in den einzelnen Fließgewässertypen vorkommenden Vegetationstypen und ihre ökologischen Zustandsklassen findet sich in Tab. 5.5 ff (Anhang).

### 5.3.1 Makrophytenfreier Typ

#### 5.3.1.1 Bäche und kleine Flüsse bis 10 m Breite

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. Fehlen jedoch Gehölze und gleichzeitig Makrophyten, ist zu prüfen, ob die Gewässerbelastung so stark ist, dass es sich um eine Verödungszone (Makrophytendeckung  $\leq 1\%$ ) handelt. In diesem Fall erfolgt die Einstufung als „sehr schlecht“.

#### 5.3.1.2 Große Flüsse ab 10 m Breite

Große Flüsse ab 10 m Breite beherbergen mit einigen Ausnahmen (KRAUSE 1988) aufgrund des fehlenden Kronenschlusses von Natur aus Makrophyten. Auch hier ist zu prüfen, ob die Gewässerbelastung so stark ist, dass es sich um eine Verödungszone handelt (Makrophytendeckung  $\leq 1\%$ ). In diesem Fall erfolgt die Einstufung als „sehr schlecht“.



Bild 1: Makrophytenfreier Typ (Bröl)

Tab. 5.3: Makrophyten-Leitbilder für die Fließgewässertypen in NRW

	Kleine und mittelgroße Fließgewässer										Flüsse						Ströme		
	Bäche und kleine Flüsse der Niederungen	Bäche und kleine Flüsse der Sandgebiete	Bäche und kleine Flüsse der Verwitterungsgebiete	Bäche und kleine Flüsse der Lössgebiete	Bäche und kleine Flüsse der Muschelkalkgebiete	Bäche und kleine Flüsse der verkarsteten Kalkgebiete	Bäche und kleine Flüsse des schwach karbonatischen Deckgebirges	Bäche und kleine Flüsse der Silikatgebirge	Bäche und kleine Flüsse des Vorland des Silikatischen Grundgebirges	Bäche und kleine Flüsse der Vulkangebiete	Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges	Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges	Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	Weser	Rhein
Makrophytenfreier Typ (Bäche und kleine Flüsse bis ca. 10 m Breite)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Berula erecta-Gesellschaft	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callitriche platycarpa/stagnalis-Typ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	
Callitriche-Myriophylletum alterniflori (carbonatarm)	x	x	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	x	x	x	.	.	.	.
Groenlandietum densae-Typ (carbonatreich)	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.	.
Groß-Laichkraut-Typ	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	x	x	.	.	x	.	.
Potamogeton polygonifolius-Gesellschaft (carbonatarm)	x	x	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus trichophyllus-Typ	.	.	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.
Ranunculus-Typ von Bächen und kleinen Flüssen (bis ca. 10 m Breite)	.	.	.	.	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus-Typ von großen Flüssen (ab ca. 10 m Breite)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	x	x	x	x	x
Rhynchosstegium riparioides-Fontinalis antipyretica-Typ	.	.	x	.	x	x	x	x	x	x	.	.	.	.	x	x	x	.	.
Scapania-Typ	.	.	.	.	.	x	x	x	x	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
Sparganium emersum-Gesellschaft; sehr wuchsformenreich	x	x	x	x	x	x	x	.	.	.	x	x	x	x	.	.	x	.	.
Sparganium emersum-Gesellschaft mit Magnopotamiden und Potamogeton nodosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x

### 5.3.2 *Berula erecta*-Gesellschaft

Bei der *Berula erecta*-Gesellschaft handelt es sich um Dominanzbestände von *Berula erecta*. *Berula erecta* ist ein Helophyt, der submerse Formen bilden kann. Aus dem Datenmaterial ist nicht immer ersichtlich, wann entsprechende Submersbestände und wann Bachröhrichte vorliegen, die *Berula erecta* auch bildet (z.T. mit *Nasturtium officinale* agg.). Die Vorkommen sind auf kleine Fließgewässer beschränkt (bis ca. 5 m Breite). 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 Verf. im Gelände und Auswertung der vorliegenden Vegetationsaufnahmen aus Nordrhein-Westfalen gehören diese Bestände zur potentiellen natürlichen Vegetation<sup>1</sup> kleiner, kalkarmer wie kalkreicher Fließgewässer.



Bild 2: *Berula erecta*-Gesellschaft (Lampertsbach)

Die *Berula erecta*-Gesellschaft entspricht dem Leitbild und somit dem **sehr guten Zustand** kleiner Fließgewässer, falls Störzeiger fehlen oder in Einzelexemplaren auftreten (langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

<sup>1</sup> Der Begriff „potentielle natürliche Vegetation“ ist ein feststehender Ausdruck, der auf TÜXEN (1956) zurückgeht

Der **gute Zustand** der *Berula erecta*-Gesellschaft ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet (langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden [z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*] bzw. Elodeiden [z.B. *Elodea canadensis*]).

Der **mäßige Zustand** der *Berula erecta*-Gesellschaft ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet (langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden [z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*] bzw. Elodeiden [z.B. *Elodea canadensis*]).

### 5.3.3 Nymphaeiden- bzw. Vallisneriden-Typen

#### 5.3.3.1 *Sparganium emersum*-Gesellschaft

Dieser Vegetationstyp ist durch die Dominanz von *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *Sparganium emersum* bzw. *Sagittaria sagittifolia* gekennzeichnet. Die beiden letzteren Arten können hierbei auch als Vallisneriden auftreten. 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 „Großlaichkrautreiche Ausbildungen...früher häufiger waren als heute“. Auch in Nordrhein-Westfalen waren Großlaichkräuter in potamalen Gewässern häufiger, wie die nachfolgenden Beispiele der Auswertung historischer Daten zeigen:

- *Potamogeton alpinus*, Issumer Fleuth, MSTR (Herbarium Naturkundemuseum Münster)
- *Potamogeton 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. nodosus*, Lippe, Weser, Rhein (VAN DE WEYER 1991, 1992a)

- *P. perfoliatus*, Lippe bei Hamm, Stever bei Lüdinghausen, BECKHAUS (1893)
- *P. perfoliatus*, Werse, MSTR
- *P. praelongus*, Nette, Schwalm, Renne, HÖPPNER (1926, 1927)

Dem Leitbild entspricht die sehr wuchsformenreiche *Sparganium emersum*-Gesellschaft der Fließgewässertypen des Tieflandes und des schwach karbonatischen Deckgebirges. Im Mittelgebirge entspricht die *Sparganium emersum*-Gesellschaft nicht dem Leitbild; hier sind ihre Vorkommen Folge von Stauhaltungen.

Im Rhein und der Weser entspricht in langsam fließenden Bereichen eine großblaukrautreiche Nymphaeiden-Gesellschaft mit Magnopotamiden und *Potamogeton nodosus* dem Leitbild.



Bild 3: *Sparganium emersum*-Gesellschaft (Große Aue)

Im Tiefland entsprechen dem Leitbild und dem **sehr guten Zustand** sehr wuchsformen- und sehr artenreiche Ausbildungen. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Elodeiden, Chariden, Lemniden, Riccielliden, Ceratophylliden bzw. Pepliden sind mindestens fünf Wuchsformen vertreten. Dem sehr guten Zustand entsprechen auch Ausbildungen mit weniger Wuchsformen, falls die Bestände sehr artenreich sind oder

durch hohe Anteile von Magnopotamiden gekennzeichnet sind.

Dem **guten Zustand** im Tiefland entsprechen wuchsformenreiche Ausbildungen. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Elodeiden, Chariden, Lemniden, Riccielliden, Ceratophylliden bzw. Pepliden sind drei oder vier Wuchsformen vertreten.

Der **mäßige Zustand** im Tiefland der *Sparganium emersum*-Gesellschaft ist mäßig wuchsformen- und artenreich. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Elodeiden, Chariden, Lemniden, Riccielliden, Ceratophylliden bzw. Pepliden sind zwei Wuchsformen vertreten. Im Mittelgebirge entsprechen dem **mäßigen Zustand** der *Sparganium emersum*-Gesellschaft wuchsformenreiche Ausbildungen. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Elodeiden, Chariden, Lemniden, Riccielliden, Ceratophylliden bzw. Pepliden sind mindestens zwei Wuchsformen vertreten.

Der **unbefriedigende Zustand** der *Sparganium emersum*-Gesellschaft im Tiefland und im Mittelgebirge ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Elodeiden, Chariden, Lemniden, Riccielliden, Ceratophylliden bzw. Pepliden ist nur eine Wuchsform vertreten. Hierzu zählen auch Einart-Bestände von Nymphaeiden mit Deckungswerten  $\geq \frac{1}{4}$  (25 %).

Der **schlechte Zustand** der *Sparganium emersum*-Gesellschaft im Tiefland und im Mittelgebirge besteht aus Einart-Beständen von Nymphaeiden bzw. Vallisneriden mit Deckungswerten  $< \frac{1}{4}$  (25 %).

In der pflanzensoziologischen Literatur gibt es für die *Sparganium emersum*-Gesellschaft mehrere Bezeichnungen, z.B. Ranunculetum fluitantis sparganietosum, Sparganio-Elodeetum, Sparganio emersi-Potamogetonetum pectinati, Myriophyllo-Nupharetum oder Sagittario-Sparganietum emersi (zur Problematik s. WIEGLEB & HERR 1984).

Unklar ist, ob für die Leitbilder die *Potamogeton nodosus*-Gesellschaft von der *Sparganium emersum*-Gesellschaft unterschieden werden muss. *Potamogeton nodosus* kam früher in der Lippe, im Rhein und der Weser vor (VAN DE WEYER 1991, 1992a), rezente Vorkommen der Art und der Gesellschaft finden sich im Rhein-Herne-Kanal (KEIL 1999, VERBÜCHELN et al.

1995). Für den Unterlauf der Lippe, die Weser und den Rhein wird *Potamogeton nodosus* vorläufig in die *Sparganium emersum*-Gesellschaft für die Leitbilddefinition einbezogen.

### 5.3.3.2 *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft

Dominanzbestände von *Potamogeton polygonifolius* gehören nach der Bearbeitung von VAN DE WEYER (1997) zur naturnahen Ausstattung carbonatarmer 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 carbonatarmer Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Die Vorkommen sind auf kleine Fließgewässer beschränkt (bis ca. 5 m Breite). Vorkommen finden sich in den Sandgebieten, Niederungen und im Silikatischen Grundgebirge (VAN DE WEYER, n. publ.).



Bild 4: *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft

Der **sehr gute Zustand** der *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft ist durch artenarme Bestände gekennzeichnet. Alternativ können auch Torfmoose (*Sphagnum* spp.) bzw. Arten der Litorelletea (*Juncus bulbosus*, *Isolepis fluitans*) auftreten; Störzeiger (langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*) fehlen in diesen Ausbildungen.

Der **gute Zustand** der *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft ist durch artenarme Bestände gekennzeichnet. Alternativ können auch Torfmoose (*Sphagnum* spp.) bzw. Arten der Litorelletea (*Juncus*

*bulbosus*, *Isolepis fluitans*) auftreten; Störzeiger (langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*) treten mit geringen Anteilen auf.

Der **mäßige Zustand** der *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft ist dadurch gekennzeichnet, dass Störzeiger codominant auftreten (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*). Dominieren diese Arten, werden die Bestände nicht mehr dem *Potamogeton polygonifolius*-Typ, sondern anderen Vegetationstypen (s.u.) zugeordnet.

Das LUA NRW (1999b) gibt *Potamogeton polygonifolius* für das Referenzgewässer des Typs „Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen, hydrologischer Typ: sommertrocken“ und des Typs „Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen, hydrologischer Typ: grundwasserarm“ an. Dies bestätigen die Untersuchungen von VAN DE WEYER (1997), der die *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft sowohl in organisch wie auch in Sand-/Kies-geprägten Fließgewässern nachweisen konnte.

Pflanzensoziologisch entspricht der *Potamogeton polygonifolius*-Typ der *Potamogeton polygonifolius*-Fazies des Hyperico-Potamogetonietum polygonifolii (POTT 1995, VERBÜCHELN et al. 1995). Wie VAN DE WEYER (1997, dort auch weitergehende Diskussion) zeigt, ist es aufgrund standörtlicher und physiognomischer Gründe sinnvoller, diese Assoziation in die *Potamogeton polygonifolius*- und *Hypericum elodes*-Gesellschaft aufzuteilen.

## 5.3.4 Elodeiden-Typen

### 5.3.4.1 Elodeiden-*Ceratophyllum*-Typ

Dieser Vegetationstyp umfasst die von den Elodeiden *Elodea canadensis* und *E. nuttallii* aufgebauten Bestände. Beide Arten sind Neophyten in Nordrhein-Westfalen (RAABE et al. 1996), 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

wird die Ceratophyllide *Ceratophyllum demersum*, die sich ökologisch ähnlich verhält. Sie hat ihren Schwerpunkt in Stillgewässern, tritt aber auch dominant in Fließgewässern auf (Bever, Ems, Lippe). 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 1998).



Bild 5: *Elodea canadensis*-Gesellschaft

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. Hierzu zählen auch Einart-Bestände von Elodeiden bzw. *Ceratophyllum demersum* mit Deckungswerten  $\geq \frac{1}{4}$  (25 %).

Der **schlechte Zustand** des Elodeiden-*Ceratophyllum*-Typs besteht aus Einart-Beständen von Elodeiden bzw. *Ceratophyllum demersum* mit Deckungswerten  $< \frac{1}{4}$  (25 %).

In der pflanzensoziologischen Literatur werden *Elodea canadensis*-Dominanzbestände im Rahmen verschiedener Gesellschaften beschrieben, z.B. Elodeetum canadensis, *Elodea canadensis*-Gesellschaft, Sparganio-Elodeetum, Potametum lucentis, *Sparganium emersum*-Bachröhricht, Sagittario-Sparganietum emersi oder Sietum erecti-submersi (zur Problematik s. WIEGLEB & HERR 1984). Nach

VERBÜCHELN et al. (1995) handelt es sich um die folgenden Vegetationseinheiten: *Ceratophyllum demersum*-Gesellschaft, *Elodea canadensis*-Gesellschaft, *E. nuttallii*-Gesellschaft.

#### 5.3.4.2 Groenlandietum densae

In carbonatreichen Gewässern der Niederungen 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 rhitrale, 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, 1992b).

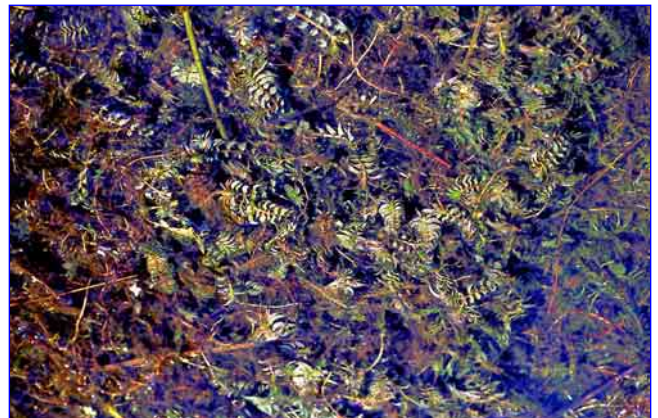


Bild 6: *Groenlandietum densae*

Wenn Störzeiger (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*) fehlen oder nur in Einzelexemplaren auftreten, entspricht das Groenlandietum densae dem Leitbild für carbonatreiche Fließgewässer und dem **sehr guten Zustand**.

Wenn Störzeiger (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*) mit geringen Anteilen auftreten, entspricht das Groenlandietum densae dem **guten Zustand**.

Der **mäßige Zustand** des Groenlandietum densae ist demgegenüber durch Codominanz von *Groenlandia densa* und Störzeigern gekennzeichnet.

### 5.3.5 Parvopotamiden-Typ

Dieser Vegetationstyp ist durch Dominanzbestände von Parvopotamiden (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*) 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).



Bild 7: *Potamogeton pectinatus*-Dominanzbestand (Bever)

Der **mäßige Zustand** des Parvopotamiden-Typs ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Chariden, Magnopotamiden, Lemniden, Riccieliden bzw. Pepliden sind mindestens drei Wuchsformen vertreten.

Der **unbefriedigende Zustand** des Parvopotamiden-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Chariden, Lemniden, Riccieliden bzw. Pepliden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten. Hierzu zählen auch Einart-Bestände von Parvopotamiden mit Deckungswerten  $\geq \frac{1}{4}$  (25 %).

Der **schlechte Zustand** des Parvopotamiden-Typs besteht aus Einart-Beständen von Parvopotamiden mit Deckungswerten  $< \frac{1}{4}$  (25 %).

In der pflanzensoziologischen Literatur gibt es für die Parvopotamiden-Bestände unterschiedliche Bezeichnungen, z.B. für die Dominanzbestände von *Potamogeton pectinatus* die *Potamogeton pectinatus*-Gesellschaft oder Sparganio-Potamogetonietum interrupti. Nach VERBÜCHELN et al. (1995) handelt es sich um die folgenden Vegetationseinheiten: *Potamogeton crispus*-Gesellschaft *Potamogeton panormitanus*-Gesellschaft incl. Potamogetonietum berchtoldii, *Potamogeton pectinatus*-Gesellschaft, *Zannichellia palustris*.

### 5.3.6 Groß-Laichkraut-Typ

Hierunter werden alle Bestände gefasst, die von Groß-Laichkräutern dominiert werden. Diese Einheit beinhaltet somit Magnopotamiden (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*) und Batrachiden (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*). Die Bestände weisen eine enge Beziehung zur *Sparganium emersum*-Gesellschaft auf (s. Kap. 5.3.3.1) auf. Wie schon in Kap. 5.3.3.1 ausgeführt, waren Groß-Laichkräuter in potamalen Gewässern in Nordrhein-Westfalen früher häufiger. Der historische Vergleich von HERR et al. (1989a) aus Niedersachsen zeigt, dass „Großlaichkrautreiche 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.



Bild 7: *Potamogeton lucens*

Im **sehr guten bzw. guten Zustand** fehlen Störzeiger (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*) oder treten nur in Einzelexemplaren auf.

Der **guten Zustand** ist durch geringe Anteile von Störzeigern (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*) charakterisiert.

Der **mäßige Zustand** des Groß-Laichkraut-Typs ist demgegenüber durch Codominanz der Groß-Laichkräuter und der Störzeiger gekennzeichnet.

Pflanzensoziologisch handelt es sich um die folgenden Vegetationseinheiten: Potametum lucentis, *Potamogeton alpinus*-Ges., Potametum graminei.

### 5.3.7 Myriophylliden-Typen

#### 5.3.7.1 Myriophylliden-Typ des Tieflandes

Dieser Typ ist durch die Dominanz von *Myriophyllum spicatum* bzw. *Ranunculus fluitans* gekennzeichnet. Die Vorkommen sind im 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 Tieflandgewässern. 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. Nicht zu diesem Typ gerechnet werden Fließgewässer im Tiefland mit Dominanzbeständen von Myriophylliden, die vom



Bild 9: Myriophylliden-Typ des Tieflandes (Schwalm)

Mittelgebirge ins Tiefland übergehen wie z.B. die Erft, Rur und Sieg, denn in diesen Flüssen kennzeichnet der Myriophylliden-Typ einen Zustand, der nahe dem Leitbild ist.

Beim **mäßigen Zustand** des Myriophylliden-Typs des Tieflandes fehlen Störzeiger oder treten subdominant auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Beim **unbefriedigenden Zustand** des Myriophylliden-Typs des Tieflandes treten Störzeiger codominant auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden z.B. *Elodea canadensis*).

#### 5.3.7.2 Ranunculus-Typ der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen

Dieser Typ ist durch die Dominanz von Vertretern der Gattung *Ranunculus* Subgenus *Batrachium* gekennzeichnet und bezieht sich auf Gewässer mit einer Breite bis ca. 10 m. Es dominieren Myriophylliden (*R. fluitans*) bzw. Batrachiden (*R. peltatus*, *R. penicillatus* s.l.). Nach HERR et al. (1989b) und VAN DE WEYER et al. (1990) entspricht der *Ranunculus*-Typ der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen dem Leitbild carbonatarmer und -reicher Fließgewässer der Mittelgebirge (Schwach-karbonatisches Deckgebirge, Silikatgebirge, Verkarstete Kalkgebiete).

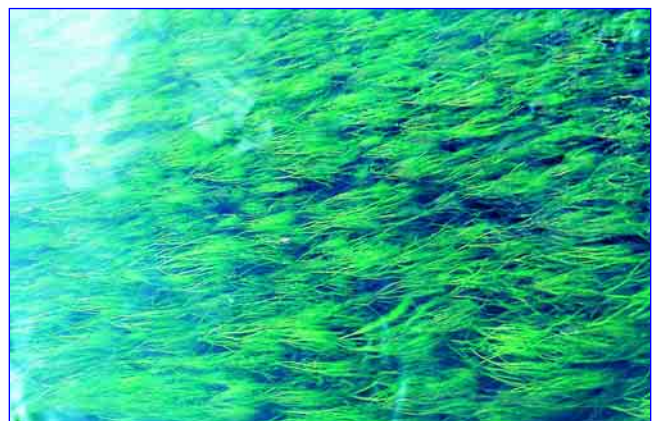


Bild 10: *Ranunculus*-Typ der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen (Rur)

Beim **sehr guten Zustand** des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen fehlen Störzeiger oder treten nur in Einzelexemplaren auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B.

*Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Der **gute Zustand** des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen ist durch geringe Anteile von Störzeigern charakterisiert (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Der **mäßige Zustand** des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden z.B. *Elodea canadensis*).

Pflanzensoziologisch handelt es sich um das *Ranunculetum fluitantis*, das *Ranunculetum peltati* und das *Callitricho-Ranunculetum penicillati*.

### 5.3.7.3 *Ranunculus*-Typ der Mittelgebirge großer Flüsse

Dieser Typ entspricht weitgehend dem in Kap. 5.3.7.2 beschriebenen, bezieht sich jedoch auf große Flüsse ab ca. 10 m Breite. Im Gegensatz zum *Ranunculus*-Typ der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen sind Groß-Laichkräuter in Flüssen ab ca. 10 m Breite allgemein von Bedeutung, da sie hier geeignete Wuchsbedingungen vorfinden. Die Ausbildungen mit Groß-Laichkräutern 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). Darüber hinaus gibt es verschiedene historische Angaben von Groß-Laichkräutern aus größeren Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen. Betroffen sind das Silikatische Grundgebirge, die Verkarsteten Kalkgebiete, das Schwach-karbonatische Deckgebirge und die Muschelkalkgebiete:

#### 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.



Bild 11: *Ranunculus penicillatus* ssp. *penicillatus* (Rur)

Der **sehr gute Zustand** des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge großer Flüsse ist durch das Vorhandensein von Groß-Laichkräutern (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*) gekennzeichnet. Störzeiger (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*) fehlen oder treten nur in Einzelexemplaren auf.

Der **gute Zustand** des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge großer Flüsse ist durch das Vorhandensein von Groß-Laichkräutern (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*) gekennzeichnet. Störzeiger (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*) finden sich mit geringen Anteilen.

Der **mäßige Zustand** des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge großer Flüsse ist durch das Fehlen von Groß-Laichkräutern (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*) gekennzeichnet. Störzeiger (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*) treten sub- bzw. codominant auf.

Pflanzensoziologische Bezeichnungen dieses Typs sind das *Ranunculetum fluitantis*, *Callitricho-Ranunculetum penicillati* und das *Ranunculetum peltati*.

#### 5.3.7.4 *Ranunculus trichophyllus*-Typ

Dieser Typ ist durch die Dominanz von *Ranunculus trichophyllus* gekennzeichnet. KUTSCHER (1984) weist auf die „große Spanne von Nährstoffkonzentrationen“ hin (vgl. a. SCHNEIDER 2000). Nach HERR et al. (1989b) gehört dieser Typ zur Gruppe der Hartwasserarten naturnaher kalkreicher Bäche im Mittelgebirge und entspricht somit dem Leitbild. Weitere Arten wie *Groenlandia densa*, *Myriophyllum spicatum* oder *Hippuris vulgaris*, die HERR et al. (1989b) angeben, sind aus entsprechenden Gewässern in Nordrhein-Westfalen nicht belegt.

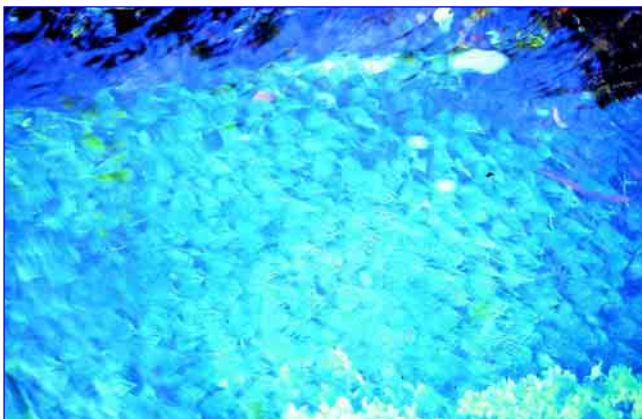


Bild 12: *Ranunculus trichophyllus*-Typ (Alme)

Beim **sehr guten Zustand** des *Ranunculus trichophyllus*-Typs fehlen Störzeiger oder treten nur in Einzel-

exemplaren auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden z.B. *Elodea canadensis*).

Der **gute Zustand** des *Ranunculus trichophyllus*-Typs ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden z.B. *Elodea canadensis*).

Beim **mäßigen Zustand** *Ranunculus trichophyllus*-Typs treten Störzeiger codominant auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Potenziell ist der *Ranunculus trichophyllus*-Typ in Verkarsteten Kalkgebieten und Muschelkalkgebieten zu erwarten. In der pflanzensoziologischen Literatur werden entsprechende Bestände zum *Ranunculo-Sietum* gestellt (z.B. POTT 1995, PREISING et al. 1990). Hierunter werden mitunter physiognomisch und standörtlich sehr heterogene Bestände zusammengefasst, z.B. Dominanzbestände von Helopyhten (*Berula erecta*, *Hippuris vulgaris*), Parvopotamiden (*Zannichellia palustris*), Myriophylliden und Batrachiden (WIEGLEB & HERR 1984).

#### 5.3.8 *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. Da die verschiedenen Sippen zudem gemeinsam auftreten können, werden nachfolgend die Bestände, die von *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis* aufgebaut werden, zusammengefasst.

##### 5.3.8.1 *Callitriche platycarpa/stagnalis*-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, O<sub>2</sub>-reichem, klarem 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.



Bild 13: *Callitriche platycarpa*

Da beide Arten, insbesondere nach Beobachtungen des Verf. in Nordrhein-Westfalen, **auch** in nährstoffarmen Fließgewässern vorkommen, wird der *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typ vorbehaltlich zu den leitbildkonformen Vegetationstypen gestellt.

Der **sehr gute Zustand** des *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typs ist durch das Fehlen bzw. geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Beim **guten Zustand** des *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typs treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Der **mäßige Zustand** des *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern

gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

### 5.3.8.2 *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.



Bild 14: *Callitrichetum obtusangulae*  
(Kervenheimer Mühlenfleuth)

Der **mäßige Zustand** des *Callitrichetum obtusangulae* ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Chariden, Magnopotamiden, Lemniden, 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, Riccieliden bzw. Pepliden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten. Hierzu zählen auch Einart-Bestände des Callitrichetum obtusangulae mit Deckungswerten  $\geq \frac{1}{4}$  (25 %).

Der **schlechte Zustand** des Callitrichetum obtusangulae besteht aus Einart-Beständen von *Callitriche obtusangula* mit Deckungswerten  $< \frac{1}{4}$  (25 %).

### 5.3.9 Callitricho-Myriophylletum alterniflori

Dieser Typ wird durch die Peplide *Callitriche 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 1993a, 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 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, carbonatarme, rithrale 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 hamulata* eine weitere ökologische Amplitude als *Myriophyllum alterniflorum* besitzt und auch in belasteten Gewässern wächst (KUTSCHER 1984, MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982, VAN DE WEYER 1990).

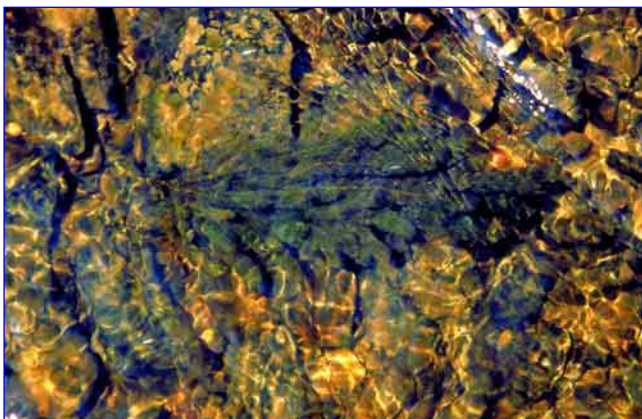


Bild 15: *Myriophyllum alterniflorum* (Perlenbach)



Bild 16: *Callitriche hamulata* (Schwalm)

Beim **sehr guten Zustand** des Callitricho-Myriophylletum alterniflori fehlen Störzeiger oder treten nur in Einzelexemplaren auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Der **gute Zustand** des Callitricho-Myriophylletum alterniflori ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

Beim **mäßigen Zustand** des Callitricho-Myriophylletum alterniflori treten Störzeiger codominant auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, Elodeiden, z.B. *Elodea canadensis*).

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)
- In der Ruhr von Stipel bis Steele, BECKHAUS (1893)

### 5.3.10 Lemniden-Typ

Die Gruppe der Wasserschweber (Pleustophyten) ist durch den Lemniden-Typ vertreten. Hierbei handelt es sich um Dominanzbestände von *Lemna minor*, *L. gibba* bzw. *Spirodela polyrhiza*. 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.



Bild 17: *Spirodela polyrhiza*, *Lemna minor*, *L. turionifera*

Der **mäßige Zustand** des Lemniden-Typs ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Chariden, Magnopotamiden, Riccieliden bzw. Pepliden sind mindestens drei Wuchsformen vertreten.

Der **unbefriedigende Zustand** des Lemniden-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Chariden, Riccieliden, Magnopotamiden bzw. Pepliden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten. Hierzu zählen auch Einart-Bestände von Lemniden mit Deckungswerten  $\geq \frac{1}{4}$  (25 %).

Der **schlechte Zustand** des Lemniden-Typs besteht aus Lemniden-Einart-Beständen mit Deckungswerten  $< \frac{1}{4}$  (25 %).

### 5.3.11 Haptophyten-Typen

#### 5.3.11.1 *Scapania*-Typ

Dieser Vegetationstyp umfasst Dominanzbestände verschiedener Moose (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*) und von Rotalgen der Gattung *Lemanea*. Für diese Bestände ist typisch, dass sie einen Schwerpunkt in gering belasteten, carbonatarmen 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). Einige Arten dieser Gruppe können von der Gewässerversauerung profitieren; Ergebnisse aus Nordrhein-Westfalen liegen jedoch nicht vor.

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



Bild 18: *Scapania undulata* (Räupger Bach)

Beim **sehr guten Zustand** des *Scapania*-Typs fehlen Störzeiger oder sie treten nur in Einzelexemplaren auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*).

Der **gute Zustand** des *Scapania*-Typs ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*).

Der **mäßige Zustand** des *Scapania*-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern charakterisiert (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*).

#### 5.3.11.2 *Rhynchostegium riparioides*-*Fontinalis antipyretica*-Typ

Hierbei handelt es sich um Dominanzbestände von *Rhynchostegium riparioides* bzw. *Fontinalis antipyretica*, die pflanzensoziologisch überwiegend als Oxyrhynchietum 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, MONSCHAUDUDENHAUSEN 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. Verbreitungsschwerpunkt sind die Mittelgebirge (Silikatisches Grundgebirge, Verkarstete Kalkgebiete), Vorkommen finden sich aber auch in den Verwitterungsgebieten (vgl. LUA NRW 1999a).

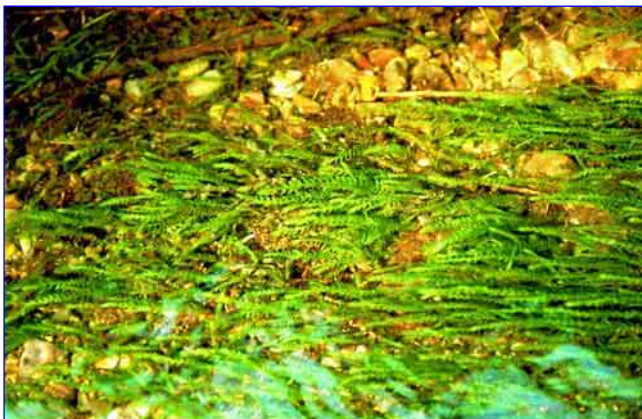


Bild 19: *Fontinalis antipyretica*

Der **sehr gute Zustand** des *Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs ist durch das Fehlen bzw. Einzelexemplare von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*).

Beim **guten Zustand** des *Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs treten Störzeiger mit geringen Deckungsgraden auf (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*).

Der **mäßige Zustand** des *Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet (Langfädige *Cladophora* spp., Parvopotamiden, z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*).

### 5.3.11.3 *Leptodictyum*-Typ

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

Beim **unbefriedigenden Zustand** des *Leptodictyum*-Typs sind Arten des *Scapania*-Typs (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*) bzw. des *Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs vorhanden.

Beim **schlechten Zustand** des *Leptodictyum*-Typs fehlen Arten des *Scapania*-Typs (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*) bzw. des *Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs.

### 5.3.11.4 Langfädiger *Cladophora*-Typ

Diese Gruppe umfasst langfädige Vertreter der Gattung *Cladophora* (vgl. GUTOWSKI et al. 1998, MAUCH 1998 und MAUCH et al. 1998). Es bleibt zu prüfen, ob ggf. andere Gattungen der Chlorophyceae einbezogen werden können. Dominanzbestände von fädigen Grünalgen weisen nach HERR et al. (1989b) auf starke Störungen hin (s.a. POTT 1990) und entsprechen daher nicht dem Leitbild. Die Vegetations-



Bild 20: langfädige *Cladophora spec.* (Ems)

einheit „Langfädiger *Cladophora*-Typ“ tritt nur in stark gestörten Fließgewässern auf und indiziert den unbefriedigenden bzw. schlechten Zustand.

Beim **unbefriedigenden Zustand** des langfädigen *Cladophora*-Typs finden sich weitere Makrophyten, die aus allen Wuchsformtypen stammen können (Myriophylliden, Batrachiden, Elodeiden, Parvopotamiden, Chariden, Pepliden, Nymphaeiden, Magnopotamiden, Lemniden, Riccieliden, Haptophyten [Moose, Rotalgen]).

Beim **schlechten Zustand** des Typs des langfädigen *Cladophora*-Typs fehlen weitere Makrophyten, es handelt sich um Reinbestände von fädigen Grünalgen.

### 5.3.12 Thermophiler Neophyten-Typ

Hierbei handelt es sich um einen Sonderfall, der nur in der Erft auftritt. Durch die Erhöhung der Wassertemperatur, besonders im Winter (vgl. FRIEDRICH 1966, 1973), treten Bestände der Neophyten *Azolla filiculoides*, *Compsopogon hookeri*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Lemna minuta* und *L. turionifera* auf (DIEKJOBST & WOLFF 1995, FRIEDRICH 1966), die nicht dem Leitbild entsprechen.



Bild 21: *Myriophyllum aquaticum* (Erft)

Beim **unbefriedigenden Zustand** des wärmeliebenden Neophyten-Typs handelt es sich um Mischbestände von *Azolla filiculoides*, *Compsopogon hookeri*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Lemna minuta* und *L. turionifera*. Hierzu zählen auch Einart-Bestände dieser Arten mit Deckungswerten  $\geq \frac{1}{4}$  (25 %).

Beim **schlechten Zustand** des wärmeliebenden Neophyten-Typs handelt es sich um Reinbestände von *Azolla filiculoides*, *Compsopogon hookeri*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Lemna minuta* und *L. turionifera* mit Deckungswerten  $< \frac{1}{4}$  (25 %).

### 5.3.13 Helophyten-Typ

Hierbei handelt es sich um Bestände, die von Helophyten (*Glyceria maxima*, *Glyceria fluitans* agg., *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*) dominiert werden. Sie entsprechen nicht dem Leitbild.

Beim **unbefriedigenden Zustand** des Helophyten-Typs finden sich weitere Makrophyten, die aus allen Wuchsformtypen stammen können (Myriophylliden, Batrachiden, Elodeiden, Parvopotamiden, Chariden, Pepliden, Nymphaeiden, Magnopotamiden, Lemniden, Riccieliden, Haptophyten [Moose, Rotalgen]).

Beim **schlechten Zustand** des Typs des Helophyten-Typs fehlen weitere Makrophyten, es handelt sich um Reinbestände von fädigen Grünalgen.

## 6 Anwendungsbeispiele

### 6.1 Punktuelle Aufnahme, Beispiel: Schwalm (LONDO-Skala)

Ökoregion: Zentrales Flachland, Höhenlage: Tiefland, Größe: mittelgroß, geologische Beschaffenheit: organisch (silikatisch)

Die zugehörigen Vegetationsaufnahmen sind in Tab. 6.1 zusammengestellt, die Lage der Probestellen mit Bewertung gibt Karte 1 wieder.

Die Schwalm entspringt im Kreis Heinsberg (Nieder-rheinisches Tiefland), fließt durch den Kreis Viersen und die Provinz Limburg (Niederlande), wo sie in die Maas mündet. Gemäß der Karte der Fließgewässertypen (LUA NRW 1999b, LUA NRW 2001d) gehört der Oberlauf der Schwalm zu den „Bächen und kleinen Flüssen der Sandgebiete“, der Mittel- und Unterlauf zum „Organisch geprägten Fluss des Tieflandes“ (LUA NRW 2001d). An der Schwalm finden sich naturnahe und ausgebaute, beschattete und unbeschattete Abschnitte. In den Jahren 1986-1987 erfolgte eine Untersuchung der Makrophytenvegetation nach der Methode von WIEGLEB (s. Kap. 5.1) durch VAN DE WEYER (1990). Die Gewässergüte im deutschen Teil wird zu diesem Zeitpunkt gemäß dem Gewässergüterbericht des LUA NRW mit II-III (kritisch belastet) angegeben.

An Untersuchungspunkt 0 (s. Karte 1) finden sich aufgrund starker Beschattung keine Makrophyten (Makrophytenfreier Typ/Bäche und kleine Flüsse bis 10 m Breite). Da es sich um einen naturnahen, stark beschatteten Abschnitt handelt, der nicht stark belastet ist, wird der Bereich als „sehr gut“ eingestuft.

In Aufnahme 1 und 6 dominiert *Callitriche hamulata* (s. Tab. 6.1: 1, 6). Diese Bestände können dem Callitricho-Myriophylletum alterniflori zugeordnet werden. Da Störzeiger (Parvopotamiden, langfädige *Cladophora* spp.) nur mit geringen Anteilen auftreten, werden die Bestände dem „guten Zustand“ zugeordnet (s. Kap. 5.3.9).

Aufnahme 2 wird aufgrund der Dominanz von *Sparganium emersum* der *Sparganium emersum*-Gesellschaft zugeordnet. Da zwei andere Wuchsformen (Parvopotamiden, Elodeiden) vorhanden sind, kann die Aufnahme als wuchsformenreich eingestuft und der ökologischen Zustandsklasse „mäßig“ zugeordnet werden (s. Kap. 5.3.3.1).

Im folgenden Abschnitt dominiert *Elodea canadensis* (s. Tab. 6.1: 3). Dieser Bestand gehört zum Elodeiden-*Ceratophyllum*-Typ. Da drei weitere Wuchsformen (Nymphaeiden, Pepliden, Lemniden) vertreten sind, wird der Bestand dem „mäßigen Zustand“ zugeordnet (s. Kap. 5.3.4.1).

Bei Aufnahme 4 handelt es sich um einen Reinbestand von *Sparganium emersum*. Da Vertreter anderer Wuchsformen fehlen, die Deckung aber über 1/4 liegt (30%), wird der Bestand der ökologischen Zustandsklasse „unbefriedigend“ zugeordnet (s. Kap. 5.3.3.1).

In Aufnahme 5, einem ausgebauten Abschnitt, der inzwischen renaturiert wurde, dominiert *Ranunculus fluitans*. Der Bestand gehört zum Myriophylliden-Typ des Tieflandes. Da Störzeiger fehlen, wird die Aufnahme dem „mäßigen Zustand“ zugeordnet (s. Kap. 5.3.7.1).

In den Aufnahmen 7 und 8 dominieren Nymphaeiden (*Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*) und werden daher der *Sparganium emersum*-Gesellschaft zugeordnet. Hohe Deckungswerte erlangt ebenfalls *Callitriche hamulata*. Da Vertreter anderer Wuchsformen (Pepliden, Bryiden) vorhanden sind, können die Aufnahmen als mäßig wuchsformenreich eingestuft und der ökologischen Zustandsklasse „mäßig“ zugeordnet werden (s. Kap. 5.3.3.1).

*Ranunculus fluitans* und *R. penicillatus* dominieren die Aufnahmen 9 und 10. Hierbei handelt es sich ebenfalls um den Myriophylliden-Typ des Tieflandes. Da Störzeiger fehlen, werden die Aufnahmen dem „mäßigen Zustand“ zugeordnet (s. Kap. 5.3.7.1).

Aufnahme 11 wird aufgrund der Dominanz von *Sparganium emersum* und *Sagittaria sagittifolia* der *Sparganium emersum*-Gesellschaft zugeordnet. Da zwei andere Wuchsformen (Pepliden, Myriophylliden) vorhanden sind, kann die Aufnahme als mäßig wuchsformenreich eingestuft und der ökologischen Zustandsklasse „mäßig“ zugeordnet werden (s. Kap. 5.3.3.1).

Vor der Mündung der Schwalm in die Maas wurde Aufnahme 12 angefertigt. Die Makrophytendeckung liegt bei fehlender Beschattung unter 1%. Daher wird die Aufnahme dem Makrophytenfreien Typ großer Flüsse (ab 10 m Breite) zugeordnet und als „schlecht“ eingestuft (s. Kap. 5.3.1.2).

Tab. 6.1: Makrophytenvegetation der Schwalm\*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	250	210	175	600	280	165	175	160	280	120	210	1250
Breite (m)	5	7	7	12	8	5.5	7	8	7	6	7	25
Wassertiefe (m)	0.5	0.8	0.8	1	0.5	0.3	0.3	0.9	0.8	0.8	0.9	1.5
Beschattung (%)	15	10	70	10	10	80	20	40	0	15	10	0
Fließgeschwindigkeit (m/sec.)	0.5	0.4	0.2	0.1	0.7	0.3	0.4	0.3	0.6	0.8	0.6	
Carbonathärte (° dH)	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4
Gesamtdeckung (%)	25	75	80	30	65	15	40	50	50	75	30	1
Artenzahl ohne Grünalgen	13	8	14	1	8	4	7	3	12	8	10	3
Anzahl Wuchsformen ohne Helophyten & Grünalgen	3	3	4	1	3	3	3	2	5	5	4	1
Anzahl sonstiger Wuchsformen (ohne dominante Wuchsform)	2	2	3	0	2	2	2	1	4	4	3	0
Vegetationstyp	CM	S	E	S	M	CM	S	S	M	M	S	frei
Ökologische Zustandsklasse	g	m	m	u	m	g	m	m	m	m	m	s
<b>Nymphaeiden:</b>												
Sparganium emersum	0.1	7	0.4	3	0.2	+	3	0.2	0.7	+	0.2	.
Potamogeton natans	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Sagittaria sagittifolia	.	.	.	.	0.7	0.4	1.2	.	0.4	+	0.2	+
Nuphar lutea	.	.	.	.	.	.	0.4	.	.	.	.	.
<b>Pepliden:</b>												
Callitriche hamulata	1.2	.	.	.	0.4	0.7	3	2	0.2	0.7	+	.
Callitriche cf. stagnalis	.	0.4	3	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.
Callitriche cf. platycarpa	.	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	.
<b>Myriophylliden:</b>												
Ranunculus fluitans	.	.	.	.	5	.	.	.	2	5	+	.
Ranunculus penicillatus ssp. pseudofluitans	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	2	.	.
<b>Elodeiden:</b>												
Elodea canadensis	.	0.2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Elodea nuttallii	.	0.2	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Parvopotamiden:</b>												
Potamogeton crispus	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton berchtoldii	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Lemniden:</b>												
Lemna minor	.	.	+	.	.	.	.	.	0.1	+	.	.
Lemna gibba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Bryiden:</b>												
Leptodictyum riparium	.	.	.	.	.	0.2	0.2	.	0.1	+	+	.
fädige Grünalgen	.	.	.	.	.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	.
<b>Helophyten:</b>												
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	.
Acorus calamus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Cardamine amara	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Epilobium hirsutum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium spec.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre agg.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans	0.1	+	+	.	.	.	.	.	0.1	+	+	.
Iris pseudacorus	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycopus europaeus	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis scorpioides	0.1	+	+	.	.	.	.	.	0.1	.	+	.
Petasites hybridus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phalaris arundinacea	0.2	0.2	0.1	.	0.2	.	.	.	0.1	.	+	+
Phragmites australis	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygonum hydropiper	0.1	.	+	.	.	.	0.1	.	+	.	+	.
Solanum dulcamara	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica	.	.	+	.	0.1	.	.	.	0.1	.	.	.

\* nach VAN DE WEYER (1989), verändert: LONDO-Skala

Vegetationstypen: CM = Callitriche-Myriophylletum, E = Elodeiden-Ceratophyllum-Typ, frei = makrophytenfreier Typ, M = Myriophylliden-Typ des Flachlandes, S = Sparganium emersum-Gesellschaft

Ökologische Zustandsklassen: sg = sehr gut, g = gut, m = mäßig, u = unbefriedigend, s = schlecht

## 6.2 Komplette Erfassung im gesamten Längsverlauf, Beispiel: Schaagbach (KOHLER-Skala)

Ökoregion: Zentrales Flachland, Höhenlage: Tiefland, Größe: klein, geologische Beschaffenheit: organisch (silikatisch).

Die zugehörigen Vegetationsaufnahmen sind in Tab. 6.2 zusammengestellt, die Abschnitte mit Bewertung gibt Karte 2 wieder. Die Daten wurden VAN DE WEYER (2001) entnommen.

Der Schaagbach entspringt bei Wildenrath (Kreis Heinsberg) und läuft unverbaut durch den Birgeler

Wald. Von Rosenthal bis Effeld verläuft der überwiegend ausgebaute Bach durch Siedlungen, landwirtschaftliche Nutzflächen und Waldbereiche, um nördlich von Effeld in die Niederlande überzutreten und dann in die Rur zu münden. Fließgewässertypologisch gehört der Oberlauf des Schaagbaches bis zur Arsbecker Bahn zu den Organisch geprägten Fließgewässern der Sandgebiete, im Mittel- und Unterlauf zu den Sandgeprägten Fließgewässern der Sandgebiete (LUA NRW 1999a). SOMMERH€USER (2001) stuft den Schaagbach fließgewässertypologisch als Übergang zwischen den Sandgeprägten und den Organisch geprägten Fließgewässern der Sandgebiete ein; für diesen Gewässertyp dient er als Referenzgewässer

Tab. 6.2: Makrophytenvegetation des Schaagbaches von der B221 bis Wildenrath (KOHLER-Skala)

Abschnitt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Datum	07/01	07/01	07/01	07/01	07/01	07/01	07/01	07/01	07/01	07/01
Breite (m)	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1-0,5	2	0,3	0,3	1-1,5	0,5-1,5
Tiefe (m)	trocken	trocken	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2
durchschnittl. Fließgeschwindigkeit (m/sec)	-	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	0,1-0,5
Beschattung (%)	90	90	90	85	90	75	75	90	90	85
Sediment	Torf	Torf	Torf	Torf	Torf	Torf	Torf	Torf	Sand/Kies	Sand/Kies
Ausbauzustand	naturnah	naturnah	naturnah	naturnah	naturnah	Teich	naturnah	naturnah	naturnah	naturnah
Gesamtdeckung (%)	5	30	< 1	40	10	100	90	70	0	< 1
Artenzahl	11	7	5	3	2	8	3	2	0	1
Anzahl Wuchsformen ohne Helophyten und Grünalgen	1	2	0	1	1	1	1	1	0	0
Anzahl Wuchsformen ohne dominante Wuchsform	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Vegetationstyp	frei	Cs/p	frei	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	frei	frei
Ökologische Zustandsklasse	sg	sg	sg	sg	sg	sg	sg	sg	sg	sg
<b>Schwimblattpflanzen (Nymphaeiden):</b>										
Potamogeton polygonifolius	.	2	.	4	3	5	5	5	.	.
<b>Wassersternartige (Pepliden):</b>										
Callitriche stagnalis	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Moose (Bryiden):</b>										
Sphagnum fallax	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Marchantia polymorpha	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Sumpfpflanzen (Helophyten):</b>										
Phragmites australis	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Scirpus sylvaticus	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.
Cardamine amara	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex remota	1	1	1	.	.	2	.	1	.	.
Stellaria alsine	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Molinia caerulea	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis canina	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus flammula	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Juncus effusus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans	1	.	.	1	1	2	.	.	.	1
Agrostis stolonifera	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.
Lysimachia vulgaris	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Mentha aquatica	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.
Lycopus europaeus	2	1	2	1	.	1	.	.	.	.
Solanum dulcamara	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamagrostis canescens	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.

Vegetationstypen: frei = Makrophytenfreier Typ, Cs/p = Callitriche platycarpa/stagnalis-Typ, Pp = Potamogeton polygonifolius-Gesellschaft  
 Ökologische Zustandsklassen: sg = sehr gut, g = gut, m = mäßig, u = unbefriedigend, s = schlecht

(SOMMERHÜSER 2001). Der Gewässergütebericht von 1995 des LUA NRW weist den Schaagbach als „kritisch belastet“ (Gewässergüte-klasse II-III) bzw. „mäßig belastet“ (II) aus. Untersucht wurde der Bereich von der B221 bis Wildenrath.

In Abschnitt 1, 3, 9 und 10 (s. Tab. 6.2) treten lediglich einige Moose bzw. Helophyten auf, die Gesamtdeckung liegt bei maximal 5%. Da es sich um naturnahe, stark beschattete Abschnitte handelt, die nicht stark belastet sind, werden diese Abschnitte als „sehr gut“ eingestuft.

In Abschnitt 2 dominiert *Callitriche stagnalis* (s. Tab. 6.2). Diese Bestände können dem *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typ zugeordnet werden. Da Störzeiger (Parvopotamiden, langfädige *Cladophora* spp.) fehlen, wird dieser Abschnitt dem „sehr guten Zustand“ zugeordnet.

In den Abschnitten 4.8 dominiert *Potamogeton polygonifolius* (s. Tab. 6.2). Diese Bestände können dem *Potamogeton polygonifolius*-Typ zugeordnet werden. Da Störzeiger (Parvopotamiden, langfädige *Cladophora* spp.) fehlen, werden diese Abschnitte als „sehr gut“ eingestuft.

## 7 Zusammenfassung

Die Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie wird dargestellt. Grundlage sind die vom LUA NRW (2001a) für die einzelnen Fließgewässertypen (LUA NRW 1999b, 2001d) beschriebenen Leitbilder.

Die Untersuchung wird zwischen Juni und September bei Niedrig- oder Mittelwasser durchgeführt und erfolgt auf der gesamten Breite des Fließgewässers. Je nach Fragestellung werden (mindestens 50 m lange) Abschnitte untersucht. Hierbei können repräsentative Abschnitte gewählt werden oder alternativ wird das gesamte Fließgewässer in Abschnitte unterteilt. Im festgelegten Abschnitt werden alle Makrophyten, die unterhalb der Mittelwasserlinie wachsen, zunächst qualitativ erfasst. Hierzu werden flache Gewässer mit einer Wathose durchwatet, tiefere Gewässer werden von einem Boot aus bzw. durch Taucher untersucht. Neben der optischen Erfassung werden Makrophyten von Hand bzw. mit einer Harke zu Bestimmungszwecken entnommen. Falls eine Nachbestimmung erforderlich ist, werden entnommene Proben in Plastiktüten zum Labor transportiert. Zur Konservierung werden höhere Pflanzen und Armeleuchterlagen gepresst und im Herbarium aufbewahrt. Moose werden an der Luft getrocknet und in Moostüten konserviert. Rot- und Grünalgen werden in Alkohol dunkel gelagert.

Die quantitative Erfassung erfolgt mit Hilfe einer Schätzskaala. Entweder wird die Häufigkeit (fünfteilige Skala nach KOHLER 1978) oder der Deckungsgrad

(Dezimalskala nach LONDO 1974 bzw. Skala nach BRAUN-BLANQUET 1964) ermittelt. Gleichzeitig wird die dominante Wuchsform notiert.

Bei der Auswertung werden die Artenzahl und die Wuchsformenzahl ermittelt. Anhand der dominanten Wuchsform bzw. Art erfolgt im betreffenden Fließgewässertyp die Zuordnung zu einem der folgenden Vegetationstypen:

- Makrophytenfreier Typ (Bäche und kleine Flüsse bis 10 m Breite)\*
- *Berula erecta*-Gesellschaft\*
- *Sparganium emersum*- Gesellschaft (*Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*)\*
- *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft\*
- Groenlandietum *densae*\*
- Groß-Laichkraut-Typ (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. alpinus*, *P. gramineus*)\*
- *Ranunculus*-Typ (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*) der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen (bis ca. 10 m Breite)\*
- *Ranunculus*-Typ (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*) der Mittelgebirge von großen Flüssen (ab ca. 10 m Breite)\*
- *Ranunculus trichophyllus*-Typ\*
- Callitricho-Myriophylletum *alterniflori*\*
- *Callitriche platycarpa/stagnalis*-Typ\*

\* Vegetationstyp entspricht dem Leitbild

- *Scapania*-Typ (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*, *Lemanea* spp.)\*
- *Rhynchostegium riparioides*-*Fontinalis antipyretica*-Typ\*
  
- Makrophytenfreier Typ  
(große Flüsse ab 10 m Breite)
- Elodeiden-*Ceratophyllum*-Typ (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Ceratophyllum demersum*)
- Parvopotamiden-Typ (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*)
- Myriophylliden-Typ des Tieflandes (*Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*)
- Callitrichetum obtusangulae
- Lemniden-Typ (*Lemna minor*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza*)
- *Leptodictyum*-Typ
- Langfädiger *Cladophora*-Typ
- Thermophiler Neophyten-Typ

Dem Leitbild entsprechen Vegetationseinheiten, die der potentiellen natürlichen Vegetation des zugehörigen Gewässertyps entsprechen. Das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation wurde von TÜXEN (1956) für terrestrische Lebensräume entwickelt und von HERR et al. (1989) auf Fließgewässer in Niedersachsen übertragen. Nicht dem Leitbild entsprechen Vegetationseinheiten, die von Störzeigern domi-

\* Vegetationstyp entspricht dem Leitbild

niert werden. Hierzu zählen Elodeiden (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*), *Ceratophyllum demersum*, Parvopotamiden (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*), langfädige *Cladophora* spp., *Callitriche obtusangula*, *Leptodictyum riparium* und Lemniden (*Lemna minor*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza*).

Wenn Störzeiger fehlen oder subdominant auftreten, entspricht der entsprechende Abschnitt dem Leitbild und wird daher dem „sehr guten“ ökologischen Zustand zugeordnet. Bestände, die hiervon gering abweichen, entsprechen dem „guten“ ökologischen Zustand. Dominieren Störzeiger, erfolgt in Abhängigkeit von der Anzahl der weiteren vorhandenen Wuchsformen eine Zuordnung zum „mäßigen“ bzw. „unbefriedigenden“ ökologischen Zustand. Als „schlecht“ werden Fließgewässerabschnitte eingestuft, die sich durch Einart-Restbestände von Makrophyten auszeichnen.

Die Bewertung der typischen Vegetationseinheit potamaler Fließgewässer, der *Sparganium emersum*-Gesellschaft, erfolgt anhand der Anzahl der vorhandenen Wuchsformen. In den potamalen Abschnitten der Fließgewässer treten, entsprechend der abnehmenden Fließgeschwindigkeit, zunehmend Arten auf, die auch charakteristisch für stehende Gewässer sind. Dies gilt insbesondere für Nymphaeiden.

Abschnitte, die keine Makrophyten aufweisen, werden bei kompletter Beschattung des Gewässers als „sehr gut“ bewertet. Falls nachweislich eine starke Gewässerbelastung vorliegt und sich das Gewässer durch eine fehlende Beschattung auszeichnet, wird der Abschnitt als Verödungszone eingestuft und als „schlecht“ bewertet.

## 8 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, which are detailed in LUA NRW (1999b, 2001a, d).

Macrophyte sampling 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 or BRAUN-BLANQUET 1964, respectively). In addition, the dominant growth form is recorded.

For data evaluation purposes the number of occurring species and occurring growth forms are calculated. 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 erecta*-community\*
- *Sparganium emersum*- community (*Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*)\*
- *Potamogeton polygonifolius*- community \*
- Groenlandietum densae\*
- Magnopotamid-type (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. alpinus*, *P. gramineus*)\*
- *Ranunculus*-type (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*) occurring in small streams (below 10 m average width) in mountainous areas\*
- *Ranunculus*-type (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*) occurring in larger rivers (> 10 m average width) in mountainous areas \*
- *Ranunculus trichophyllus*-type\*
- Callitricho-Myriophylletum alterniflori\*
- *Callitriche platycarpa/stagnalis*-type\*
- *Scapania*-type (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*, *Lemanea* spp.)\*
- *Rhynchostegium riparioides*-*Fontinalis antipyretica*-type\*
- Type without macrophytes (larger rivers, > than 10 m average width)
- Elodeids-*Ceratophyllum*-type (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Ceratophyllum demersum*)
- Parvopotamid-type (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*)
- Myriophyllid-type occurring in the lowlands (*Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*)
- Callitrichetum obtusangulae
- Lemnid-type (*Lemna minor*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza*)
- *Leptodictyum*-type
- *Cladophora*-type
- Thermophile communities dominated by alien species.

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).

Vegetation types not characteristic for reference conditions are dominated by species indicating higher

\* vegetation types characteristic for reference conditions

nutrient levels („Störzeiger“), such as elodeids (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*), *Ceratophyllum demersum*, parvopotamids (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*), *Cladophora* spp., *Callitriche obtusangula*, *Leptodictyum riparium* and lemniids (*Lemna minor*; *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza*).

„High“ ecological status, respectively, corresponds with the dominance of vegetation types characteristic for reference conditions. „Good“ ecological status is characterized by a vegetation which differs moderately from „high“ ecological status. Species, which are supported by human influence, characterise „moderate“ and „poor“ ecological status, respectively, depending on the number of additionally occurring growth forms. A „bad“ ecological status is characterized by monodominant stands of species such as *Potamogeton pectinatus*.

The *Sparganium emersum*-community, which is typical for lowland rivers, is assessed by the number of growth forms.

Running waters free of macrophytes and complete shaded, represent „high“ ecological status, respectively. Large, polluted rivers free of macrophytes, are classified as „bad“.

## 9 Danksagung

Die folgenden Damen und Herren gaben Hinweise bzw. stellten Materialien zur Verfügung: T. Ehlert (BfN, Bonn), L. Hauswirth (ABU, Soest), Dr. D. Hinterlang (LÖBF, Recklinghausen), T. Hübner (LÖBF, Recklinghausen), Dr. N. Kirchhoff (STUA Minden), U. Koenzen (Hilden), Dr. A. Krause (Bonn), Prof. Dr. A. Melzer (Universität München), Dr. D. Mollenhauer (Biebergemünd), N. Neikes (Biol. Stat. Krickenbecker Seen, Nettetal), T. Pottgiesser (Essen), U. Raabe (LÖBF, Recklinghausen), Dr. D. Remy (Universität Osnabrück), C. Schmidt (Universität Münster), Prof. Dr. H. Schuhmacher (Universität-GH Essen), Dr. H. Stürmer (RWE Rheinbraun AG, Köln), Dr. G. Verbücheln (MUNLV NRW, Düsseldorf) und Prof. Dr. G. Wiegler (BTU Cottbus). Dr. D. Hering (Universität-GH Essen) gab sprachliche Anmerkungen zur Summary. Ihnen allen danke ich herzlich.

## 10 Literatur

### 10.1 Allgemeine Literatur

- 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
- POTT, R., REMY, D. 2000: Gewässer des Binnenlandes: 255 S., Ulmer, Stuttgart

### 10.2 Weiterführende Literatur

- ABU SOEST (ARBEITSGEMEINSCHAFT BIOLOGISCHER UMWELTSCHUTZ IM KREIS SOEST E. V.) 1997: Jahresbericht über Betreuung und Monitoring in der Klostermersch 1996. - Unveröff. Bericht im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Lippstadt und des Kreises Soest, Bad Sassendorf-Lohne
- AHRENS, O. 1999: Ökologische und strukturelle Analyse der Wassermosvegetation der Ruwer in Rheinland-Pfalz. Deutsche Gesellschaft f. Limnologie, Tagungsbericht 1998 (Klagenfurt): 628-632, Tutzing
- 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
- BAUMANN, M., STETZKA, K. M. 1999: Die Wassermosvegetation in anthropogen verschieden beeinflussten Bächen des Erzgebirges. *Limprichtia* 12: 164 S.
- BECKERS, B., BUNZEL-DRÜKE, M., DRÜKE, J., HAUSWIRTH, L., VIERHAUS, H. 2001: Naturentwicklung unter Weideeinfluss – ein neuer Weg. *LÖBF-Mitteilungen* 3/01: 38-40
- BECKHAUS, K. 1893: Flora von Westfalen: 1096 S., Aschendorffsche Buchhandlung, Nachdruck 1993, Münster
- BICK, H. 1982: Bioindikatoren und Umweltschutz. *Decheniana-Beihefte* 26: 2-5, Bonn
- 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
- BÖTTGER, K. 1990: Ufergehölze - Funktionen für den Bach und Konsequenzen ihrer Beseitigung - Ziele eines Fließgewässerschutzes. *Natur und Landschaft* 65: 57-62
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie, 3. Aufl., Springer, Wien/New York
- BRUX, H., TODESKINO, D., WIEGLEB, G. 1987: Growth and reproduction of *Potamogeton alpinus* growing in disturbed habitats. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol.* 27: 115-127
- BURCKHARDT, E., MUHLE, H., WINKLER, S. 1983: Zum Indikatorwert von submersen Wassermosseen in Iller und oberer Donau. *Verhdlg. Ges. Ökol.* X: 441-449
- DAWSON, F. H., NEWMAN, J. R., GRAVELLE, M. J., ROUEN, K. J., HENVILLE, P. 1999: Assessment of the Trophic Status of Rivers Using Macrophytes – Evaluation of the Mean Trophic Rank. R & D Technical Report E 39: 177 pp., Environment Agency, Bristol
- DERSCH, 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. 1990: Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde): 241 S., Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt
- DREHWALD, U., PREISING, E. 1991: Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens - Bestandesentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme - Moosgesellschaften. *Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen* 20/9: 202 S., Hannover
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18: 248 S., Göttingen

- 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, ABl. L 327 vom 22.12.2000, S.1-72
- FORSCHUNGSGRUPPE FLIESSGEWÄSSER 1998: Regionale Bachtypen – Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen. *LfU Handbuch Wasser* 2, 41: 273 S.
- 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. 1997: Zur Ausbreitung von Wassermoose am Rhein (Deutschland) und an seinen Nebenflüssen seit dem letzten Jahrhundert. *Limnologica* 27: 251-261
- FRAHM, J. P. 1998: Moose als Bioindikatoren : 187 S., Quelle und Meyer, Wiesbaden
- FRAHM, J. P., FREY, W. 1992: Moosflora, 3. Auflage: 528 S., UTB, Stuttgart
- 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
- FRIEDRICH, G. 1980: Rotalgen in unseren Gewässern. *Niederrheinisches Jahrbuch* XIV: 19-25, Krefeld
- GESSNER, F. 1955: Hydrobotanik, Bd. I. Energiehaushalt: 517 S., VEB Deutscher Verlag der Wissenschaft , Berlin
- GRIME, J. P. 1979: Plant strategies and vegetation processes: 222 pp., Wiley, Chichester
- GRIME, J. P., HODGSON, J. G., HUNT, R. 1988: Comparative plant ecology - a functional approach to common British species: 742 pp., Unwin Hyman, London
- GUNKEL, G. 1994 (Hrsg.): Bioindikation in aquatischen Ökosystemen: 540 S., G. Fischer/Jena, Stuttgart
- GUTOWSKI, A., HOFMAN, G., LEUKART, P., MELZER, A., MOLLENHAUER, M., SCMEDTJE, U., SCHNEIDER, S., TREMP, H. 1998: Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Heft 4/98: 501 S.
- 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: Epilithische Moose und Moosgesellschaften im nordöstlichen Bayern, *Beih. Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth* 1: 489 S.
- HOESCH, A., BUHLE, M. 1996: Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL. *Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands* 2: 84-101
- HOLMES, N. T. H., BOON, P. J., RODWELL, T. A. 1998: A revised classification system for British rivers based on their aquatic plant communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 555-578
- 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
- HOLMES, N. T. H., WHITTON, B. A. 1975: Submerged bryophytes and angiosperms of River Teed and its tributaries. *Trans. Bot. Soc. Edingb.* 42: 383-395
- HOLMES, N. T. H., WHITTON, B. A. 1977: The macrophytic vegetation of River Tees in 1975: Observed and predicted changes. *Freshwater Biology* 7: 43-60
- HOLZAPFEL, A., SPORER, C., SCHNEIDER, S., MELZER, A. 1999: Sedimentologische Charakterisierung von Makrophytenstandorten in bayerischen Fließgewässern. *Deutsche Gesellschaft f. Limnologie, Tagungsbericht 1998 (Klagenfurt):* 641-644, Tutzing
- 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.
- HUTCHINSON, G. E. 1975: A treatise on limnology. Vol. III: Limnological botany: 660 pp., Wiley, New York/London/Sydney
- ILLIES, J. 1961: Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. *Int. Rev. ges. Hydrobiologie* 46: 205-213
- JAGEL, A., HAEUPLER, H. 1995 (Hrsg.): Arbeitsatlas zur Flora Westfalens: 397 S., Ruhr-Universität Bochum, Arbeitsgruppe Spezielle Botanik. Polykopie, Bochum
- JORGA, W., WEISE, G. 1979: Biomassenentwicklung submerser Makrophyten in langsam fließenden Gewässern in Beziehung zum Sauerstoffhaushalt. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 62: 209-234
- KAHNT, U., KONOLD, W., ZELTNER, G.-H., KOHLER, A. 1989: Wasserpflanzen in Fließgewässern der Ostalb. *Ökologie in Forschung und Anwendung* 2: 148 S. & Anhang
- KAUTSKY, L. 1988: Life strategies of aquatic soft bottom macrophytes. *Oikos* 53: 126-135
- KEIL, P. 1999: Ökologie der gewässerbegleitenden Agriophyten *Angelica archangelica* ssp. *litoralis*, *Bidens frondosa* und *Rorippa austriaca* im Ruhrgebiet. *Dissertationes Botanicae* 321: 161 S.
- 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., JANAUER, G. A. 1998: Zur Methodik der Untersuchungen von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: STEINBERG, BERNHARDT & KLAPPER (Hrsg.): *Handbuch Angewandte Limnologie VIII-1.1.1.3:* 1-22, ecomed
- 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: 195-203
- 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

- KONOLD, W. 1984: Zur Ökologie kleiner Fließgewässer - Verschiedene Ausbauarten und ihre Bewertung, Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg 6: 256 S. & Anhang
- KONOLD, W., SCHÉFER, O. & KOHLER, A. 1990: Wasserpflanzen als Bioindikatoren, dargestellt am Beispiel kleinerer Stillgewässer Oberschwabens und der Franche Comté. Ökologie & Naturschutz 3: 167-181
- KOWARIK, I. 1988: Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 56: 280 S., Berlin
- KRAUSE, A. 1975: Über die Folgen des Ausbaus kleiner Fließgewässer für die Gewässervegetation. Jb. Naturschutz und Landschaftspflege 24: 34-41
- 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
- KUTSCHER, G. 1984: Verbreitung und Ökologie submerser Makrophyten in Fließgewässern der Schwäbischen Alb, Dissertation TU München
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) 1998: Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien: 74 S., Schwerin
- LOHMEYER, W. & KRAUSE, A. 1975: Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer, Schriftenreihe für Vegetationskunde 9: 105 S., Bonn-Bad Godesberg
- LÖLF & LWA (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NRW und Landesamt für Wasser und Abfall NRW) 1985: Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern: 65 S., Düsseldorf
- 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
- LOTTAUSCH, W., BUCHLOH, G., KOHLER, A. 1980: Vegetationskundliche Untersuchungen in kryptogamenreichen Gebirgsbächen, Verhdlg. Ges. Ökol. VIII: 351-356
- 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) 2001b: Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzgewässer für die Ufer- und Auenvegetation der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 32: 80 S., Essen
- 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
- MAAS, D., KOHLER, A. 1983: Die Makrophytenbestände der Donau im Raum Tuttlingen. Landschaft und Stadt 15: 49-60
- MAUCH, E. 1998: Kartierung der Trophie von Fließgewässern in Bayern. In: Integrierte ökologische Gewässerbewertung: Inhalte und Möglichkeiten: 412-434, Oldenbourg, München/Wien
- MAUCH, E., HAMM, A., HEUSS, K., SCHAUMBERG, J., SCHMEDTJE, U., SCHMIDT, W. D. 1998: Hinweise zur Kartierung der Trophie von Fließgewässern in Bayern. Anleitung der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung: 7 S., Stand 22.05.1998, München
- MELZER, A. 1976: Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayrischer Seen; dargestellt im Rahmen limnologischer Untersuchungen an den Osterseen und den

- Eggstädt-Hemhofer Seen (Oberbayern). *Dissertationes Botanicae* 34: 195 S. Cramer, Vaduz
- MESTERS, C. M. L. 1997: Polluted Dutch transboundary streams: effects on aquatic macrophytes: 127 pp., Thesis Utrecht University, Utrecht
- 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 (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
- NAT, E., SIMONS, J., DE LA HAYE, M. A. A., COOPS, H. 1994: Historisch en actueel verspreidingsbeeld van kranwieren in Nederland in samenhang met waterkwaliteitsfactoren, RIZA werkdokument 94.148X: 77 pp. & bijlagen
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) 1982: Eutrophication of Waters - Monitoring, Assessment and Control: 154 pp., Paris
- ÖNORM M 6232: Richtlinie für die ökologische Bewertung von Fließgewässern: 38 S., Stand: 1. April 1995
- 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
- PIETSCH, W. 1972: Ausgewählte Indikatoreigenschaften höherer Wasserpflanzen. *Arch. Natursch. Landschaftsforsch.* 12: 121-151
- PIETSCH, W. 1974: Ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen - ein Beitrag zur Belastung aquatischer Ökosysteme. *Mittlg. Sekt. Geobot. Phytotax. Biol. Ges. DDR* 1974: 13-29
- PIETSCH, W. 1982: Makrophytische Indikatoren für die ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. In: *Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung* Bd II, 2. Auflage: 67-88, Fischer, Jena
- POTT, R. 1980: Die Wasser- und Sumpfvegetation 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., REMY, D. 2000: *Gewässer des Binnenlandes*: 255 S., Ulmer, Stuttgart
- 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., FOERSTER, E., SCHUMACHER, W., WOLFF-STRAUB, R. 1996: *Florenliste von Nordrhein-Westfalen*, 3. verbesserte und erweiterte Auflage. *Schriftenreihe der LÖBF* 10: 196 S., Recklinghausen
- REMY, D. 1993a: Pflanzensoziologische und standortkundliche Untersuchungen an Fließgewässern Nordwestdeutschlands. *Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westfalen* 55 3: 118 S.
- REMY, D. 1993b: Licht als begrenzender Faktor für die Verbreitungsmöglichkeit von Makrophyten in unterschiedlichen Gewässertypen. *Verhdlg. Ges. Ökol.* 22: 285-288
- RIIS, T., SAND-JENSEN, K., VERSTERGAARD, O. 2000: Plant communities in lowland Danish streams: species composition and environmental factors. *Aquatic Botany* 66: 255-272
- RINGLER, A., REHDING, G., BRÜU, 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., Cambridge University Press, Cambridge/New York/Melbourne
- ROWECK, H. 1988: Ökologische Untersuchungen an Teichrosen. Arch. Hydrobiol. 21 (2/3): 358 S.
- 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
- SCHIMMER, H. 1994: Ökologische Auswirkungen von Fischeichen auf Fließgewässer. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 6: 161 S., Essen
- SCHMEDTJE, U., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, G., MOLLENHAUER, D. 2001: Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren mit Makrophyten und Phytobenthos. ATV-DVWK Arbeitsbericht ATV-DVWK-Arbeitsgruppe GB-1.5 „Leitzönosen“: 281 S., ATV-DVWK, Hennef
- 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., GEISSLER, 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
- SCHROEDER, F.-G. 1974: Zu den Statusangaben bei der floristischen Kartierung Mitteleuropas. Göttinger Floristische Rundbriefe 8: 71-79
- SCHUMACHER, W., DÜLL-WUNDER, B., VANBERG, C., WUNDER, J. 1996: Atlas der Farn- und Blütenpflanzen des Rheinlandes. Forschungsbericht Nr. 33 des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“ an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: 355 S.
- SEDDON, B. 1972: Aquatic macrophytes as limnological indicators. Freshwat. Biol. 1972: 107-130
- SLADECEK, V. 1973: System of water quality from the biological point of view, Arch. Hydrobiol. Beih. 7: 1-218
- SMUKALLA, R. 1994: Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 7: 462 S., Essen (Vegetationsaufnahmen im separaten Band beim LUA NRW, unveröff.)
- SOMMERHEUSER, M. 2001: Bachtypen und Gewässerfauna des Niederrheinischen Tieflandes – ein Beitrag zu Gewässertypologie und Naturschutz. Natur am Niederrhein N.F. 16 (Festschrift FRIEDRICH): 101-114, Krefeld
- STEUSLOFF, U. 1953: Untersuchungen zur Ökologie der Wasserphanerogamen im Raume der unteren Lippe. Gewässer und Abwässer 5: 10-23, Krefeld
- TRAUTMANN, W. 1969: Vegetationskundliche Untersuchungen an ausgewählten nordrhein-westfälischen Flüssen, zusammengestellt nach Unterlagen von Klaus Maschmann: 33 S. & Anhang, erstellt im Auftrag des MELF NRW, unveröff.
- TRAPP, S. 1995: Wasserpflanzen Bremer Seen und ihr Verhältnis zur Gewässergüte. Abh. Naturw. Verein Bremen 43: 165-177, Bremen
- TREMP, H., 1999: Submerged Bryophytes in Running Waters, Ecological Characteristics an 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
- TÜXEN, R. 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoziologie 13: 5-42, Stolzenau

- TÜXEN, R., PREISING, E. 1942: Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzen. Deutsche Wasserwirtschaft 37: 10-17, 57-69
- 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
- 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
- VÖGE, M. 1987: Technik und Ergebnisse der Hydrophyten-Vegetationsaufnahme unter Benutzung eines Tauchgeräts. Arch. Hydrobiol. 110: 125-132.
- WAHRENBURG, P., WEYER, K. VAN DE, WIEGLEB, G. 1991: Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur. II. Zur Zonierung von Makrophyten im Fließgewässersystem der Rur. Decheniana 144: 4-21, Bonn
- WEBER, G. 1986: Die Makrophytenvegetation an Abschnitten der Wupper als Indikator für die Wassergüte, unveröff. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum
- WEBER, G. 1988: Die Makrophyten der Wupper, Teil I: Die Submersvegetation. Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal 41: 53-63
- WEBER, H. E. 1976: Die Vegetation der Hase von der Quelle bis Quakenbrück. Osnabrücker Naturwiss. Mittlg. 4: 311-190
- WEBER-OLDECOP, D. W. 1969: Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. Diss. TU Hannover
- WEBER-OLDECOP, D. W. 1974: Makrophytische Kryptogamen in der oberen Salmonidenregion der Harzbäche. Arch. Hydrobiol. 74: 82-86
- WEBER-OLDECOP, D. W. 1977: Fließgewässertypologie in Niedersachsen auf floristisch-soziologischer Grundlage. Göttinger Floristische Rundbriefe 10: 73-79
- WENTZEL, M. 1997: Untersuchungen zur Moosvegetation an Fließgewässern des Hochtaunus. Botanik und Naturschutz in Hessen 9: 5-46, Frankfurt/Main
- WERLE, W. 1982: Eignung von submersen Makrophyten als Bioindikatoren in Fließgewässern. Mitt. Pollichia 70: 125-168, Bad Dürkheim
- 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, Krefeld
- WEYER, K. VAN DE 1991: Zur Verbreitung von *Potamogeton acutifolius* LINK ex ROEHM. & SCHULT., *P. compressus* L. und *P. nodosus* POIRET am Niederrhein. - Niederrheinische Landeskunde X: 209-214, Krefeld
- WEYER, K. VAN DE 1992a: Zur Kenntnis von *Potamogeton nodosus* POIRET in Westfalen. - Natur und Heimat 52: 65-68. Münster
- WEYER, K. VAN DE 1992b: 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 1995: Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Ahr, Teilgutachten zum Gewässerrandstreifenprojekt Ahr 2000 des Kreises Euskirchen, erstellt im Auftrag des Kreises Euskirchen, unveröff.
- 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 1998: Untersuchungen zur submersen Makrophytenvegetation in der Lippe im Rahmen des Biomonitoringprojektes Haltern-Lippamsdorf-Marl (HaLiMa), unveröff. Gutachten, erstellt im Auftrag der LÖBF/LaFAO NRW
- 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 2001: Die Makrophytenvegetation der Schwalm, des Rothenbaches, der Boschbeek und des Schaagbaches – Untersuchungen im

- Rahmen des Monitoringprogrammes Garzweiler II, erstellt im Auftrag von RWE Rheinbraun, unveröff.
- WEYER, K. VAN DE 2003: Vegetationskundliche Erhebungen in Nassabgrabungen – Ergebnisse von Tauchuntersuchungen im Niederrheinischen Tiefland. *Tuexenia* 23, Göttingen, im Druck
- 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. & HERR, W. 1984: Zur Entwicklung vegetationskundlicher Begriffsbildung am Beispiel der Fließgewässervegetation Mitteleuropas, *Tuexenia* 4: 303-325, Göttingen
- WIEGLEB, G. 1978: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.* 83: 443-484
- WIEGLEB, G. 1979: Vorläufige Übersicht über die Pflanzengesellschaften der niedersächsischen Fließgewässer, *Natursch. Landschpfl. Nieders.* 10: 85-121
- WIEGLEB, G. 1981: Application of multiple discriminant analysis on the analysis of the correlation between macrophyte vegetation and water quality in running waters in Central Europe. *Hydrobiologia* 79: 91-100
- WIEGLEB, G. 1984a: Makrophytenkartierung in Niedersachsen - Methoden, Ziele und Ergebnisse. *Inf. Natursch. Landschpfl.* 4: 109-136, Wardenburg
- WIEGLEB, G. 1984b: A study of habitat conditions of the macrophytic vegetation in selected river systems in Western Lower Saxony (Federal Republic of Germany). *Aquatic Botany* 18: 313-352
- WIEGLEB, G. 1986: Grenzen und Möglichkeiten der Datenanalyse in der Pflanzenökologie. *Tuexenia* 6: 365-377
- WIEGLEB, G. 1988: Analysis of flora and vegetation in rivers: concepts and applications, in: Symoens, J. (ed.): *Vegetation of inland waters. Handbook of vegetation science* 15, 311-340. Dordrecht
- WIEGLEB, G. 1989: Theoretische und praktische Überlegungen zur ökologischen Bewertung von Landschaftsteilen, diskutiert am Beispiel der Fließgewässer, *Landschaft und Stadt* 21: 15-20
- 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., BRUX, H. 1991: Comparison of life history characters of broad-leaved species of the genus *Potamogeton* L. I. General characterisation of morphology and reproductive strategies. *Aquatic Botany* 39: 131-146
- WIEGLEB, G., TODESKINO, D. 1983: Habitat conditions of *Potamogeton alpinus* BALBIS stands and relations to the plants biological characters. *Proc. Int. Symp. Aquat. Macroph.* Nijmegen, September 1983: 311-316
- WIEGLEB, G., TODESKINO, D. 1985: Der biologische Lebenszyklus von *Potamogeton alpinus* BALBIS und dessen Bedeutung für das Vorkommen der Art. *Verhdlg. Ges. Ökol.* XIII: 191-198
- WILMANN, O. 1983: *Ökologische Pflanzensoziologie.* 3. Auflage: 372 S., Heidelberg, Ulmer
- WOLFF, P. 1999: *Vegetation und Ökologie der nährstoffarmen Fließgewässer der Pfalz.* Pollichia-Buch 37: 125 S., Bad Dürkheim
- WOLFF-STRAUB, R., BÜSCHER, D., DIEKJOBST, H., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖTTE, R., JAGEL, A., KAPLAN, K., KOSLOWSKI, I., KUTZELNIGG, H., RAABE, U., RUNGE, F., SCHUMACHER, W., VANBERG, C. 1999: Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen, 3. Fassung. – *Schriftenreihe der LÖLF* 17, 75-171, Recklinghausen
- 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.

### 10.3 Nomenklatur

BFN (Bundesamt für Naturschutz) (Hrsg.) 1996: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 744 S., Bonn-Bad Godesberg

KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., GRASTEIN, S. R. 2000: Referenzliste der Moose Deutschlands, Schriftenreihe für Vegetationskunde 34: 519 S., Bonn

POTT, R. 1995: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. 622 S., Ulmer, Stuttgart

RAABE, U., FOERSTER, E., SCHUMACHER, W., WOLFF-STRAUB, R. 1996: Florenliste von Nordrhein-Westfalen, 3. verbesserte und erweiterte Auflage. Schriftenreihe der LÖBF 10: 196 S.

WISSKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. 1998 (Hrsg.): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands: 765 S., Ulmer, Stuttgart

### 10.4 Bestimmungsliteratur

CASPER, S. J., KRAUSCH, H.-D. (1980/1981): Pteridophyta u. Anthophyta, 1. & 2. Teil, Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23 & 24

DERSCH, G. 1987: Zur Verbreitung der *Callitriche*-Arten (Wassersterne) in Niedersachsen. Gött. Flor. Rundbr. 20: 70-100

FOERSTER, E. 1989: Seggen, Binsen, Simsen und andere Scheingräser des Grünlandes. – Ein Schlüssel zum Bestimmen im blütenlosen Zustand: 31 S., Kleve, Polykopie

FRAHM, J. P. (1998): Moose als Bioindikatoren: 187 S., Biologische Arbeitsbücher, Quelle & Meyer, Wiesbaden

GAMS, H. 1969: Makroskopische Süßwasser- und Luftalgen. In: GAMS, H. (Hrsg.): Kleine Kryptogamenflora, Band Ia, G. Fischer, Stuttgart

GEITLER, L., PASCHER, A. 1925: Cyanophyceae, Cyanochloridinae, Chlorobacteriaceae, Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 12, Fischer, Jena

HAEUPLER, H., MUER, T. 2000. Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands: 759 S. Ulmer/Stuttgart

KRAUSCH, H. D. 1996: Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen: 315 S., Ulmer, Stuttgart

KRAUSE, W. 1997: Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heying, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18: 202 S., G. Fischer, Jena/Stuttgart/Lübeck/Ulm

PRESTON, C. D. 1995: Pondweeds of Great Britain and Ireland. BSBI Handbook 8: 350 pp.

RAABE, E. W. 1980: Über *Bidens* in Schleswig-Holstein und Hamburg, Kieler Notizen 12: 43-49

RICH, T. C. G., JERMY, A. C. 1998: Plant Crib: 391 pp.. Botanical Society of the British Isles, London

ROTHMALER, W. 1994: Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 3, Gefäßpflanzen: Atlasband, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin

ROTHMALER, W. 2000: Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 1, Niedere Pflanzen, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin

ROTHMALER, W. 2002: Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin

SCHOTSMANN, H. D. 1967: Les *Callitriches* espèces de France et taxa nouveaux d'Europe. 152 S., Paris

THOR, G. 1988: The genus *Utricularia* in the Nordic countries, with special emphasis on *U. stygia* and *U. ochroleuca*. Nord. J. Bot. 8: 213-225

VAN RAAM, J. C. 1998: Handboek Kranswieren: 200 pp. & bijlagen, Chara boek, Hilversum

VAN WIJK, R. J., VERBEEK, P. J. M. 1986: De smalbladige fonteinkruidsorten in Nederland, Herkenning en oecologie. Wetenschappelijke medelingen K.N.N.V. 177: 37 pp., Hougwood

- WEYER, K. VAN DE 2002: Bestimmungsschlüssel die aquatischen Makrophyten in NRW, Polykopie, Nettetal, unveröff.
- WEYER, K. VAN DE, RAABE, U. 2000: Bestimmungsschlüssel für die bisher in Nordrhein-Westfalen nachgewiesenen Armleuchteralgen-Gewächse (Characeae), 3. Fassung, Stand: Februar 2000, Polykopie und im Internet: [www.lanaplan.de/makrophyten](http://www.lanaplan.de/makrophyten)
- WIMMER, W. 1997: *Myriophyllum heterophyllum* Michaux in Niedersachsen und Bremen sowie seine Bestimmung im vegetativen Zustand. Flor. Rundbriefe 31: 23-31, Bochum
- WOLFF, P. 1980: Die Hydrilleae (Hydrocharitaceae) in Europa. Gött. Flor. Rundbr. 14: 33-56
- WOLFF, P., KLEINSTEUBER, A. 1998: Lemnaceae. In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G., WÖRZ, A.: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Band 8: 266-279, Ulmer, Stuttgart

## 10.5 Rote Listen, Natura 2000

- BFN (Bundesamt für Naturschutz) (Hrsg.) 1996: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 744 S. Bonn-Bad Godesberg
- JÄGER, E., HOFFMANN, M. 1997: Schutzwürdigkeit von Gefäßpflanzen aus arealkundlicher Sicht, Z. Ökologie u. Naturschutz 6: 225-232
- LÖBF/LAFAO (LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, BODENORDNUNG UND FORSTEN/LANDESAMT FÜR AGRARORDNUNG NORDRHEIN-WESTFALEN) (Hrsg.) 1999: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 3. Fassung, Schriftenreihe der LÖBF 17: 640 S., Recklinghausen
- 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

## **ANHANG**



Tab. A1: Arbeitsschritte bei der Erfassung und Bewertung von Makrophyten in Fließgewässern in NRW gemäß EU-WRRL

			Kapitel
1	Untersuchungszeitraum	Juni-September	4.1
2	Wasserstand	Niedrig- oder Mittelwasser	4.1
3	Festlegung der Probefläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>● gesamte Breite des Fließgewässers, Mittelwasserlinie</li> <li>● Festlegung der Länge</li> <li>● Begrenzungen der Untersuchungsabschnitte: sichtbare Einleitungen, grundlegende Änderungen der Beschattung, der Linienführung, der Ausbauart, der Fließgeschwindigkeit und des Sedimentes, Stauwehre, Einmündungen, Flussgabelungen etc.</li> </ul>	4.2
4	Erhebung der Kopfdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gewässer</li> <li>● Einzugsgebiet</li> <li>● Gewässerstationierung</li> <li>● Lokalität</li> <li>● Fließgewässertyp</li> <li>● Bearbeiter/in</li> <li>● Datum</li> <li>● Breite (m)</li> <li>● Länge (m)</li> <li>● Tiefe (m)</li> <li>● Fließgeschwindigkeit (m/sec)</li> <li>● Beschattung (%)</li> <li>● Sediment</li> <li>● Gesamtdeckung (%)</li> </ul>	
5	Qualitative Erfassung aller Arten, die im Wasser wachsen (Grenze: Mittelwasserlinie)	In Abhängigkeit von der Gewässertiefe: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Optische Erfassung</li> <li>● Entnahme von Makrophyten von Hand, mit einer Harke, Einsatz einer Wathose</li> <li>● Befahren mit Boot, Entnahme von Makrophyten mit Harke, Wurfanker bzw. Bodengreifer</li> <li>● Tauchen mit Pressluftflaschen (2 Taucher)</li> </ul>	3.1
6	Bestimmung der Arten	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bestimmungsschlüssel</li> </ul>	
7	ggf. Proben transport und Proben konservierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plastiktüten zum Transport, zur Konservierung:</li> <li>● Höhere Pflanzen, Armeleuchterlagen: Herbarium</li> <li>● Moose: Moostüten</li> <li>● Rot- und Grünalgen: Alkohol, dunkle Lagerung</li> </ul>	3.3
8	Erfassung der dominanten Wuchsform von allen Arten	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Isoetiden</li> <li>● Nymphaeiden</li> <li>● Elodeiden</li> <li>● Parvopotamiden</li> <li>● Magnopotamiden</li> <li>● Myriophylliden</li> <li>● Chariden</li> <li>● Batrachiden</li> </ul>	2

Tab. A1: Arbeitsschritte bei der Erfassung und Bewertung von Makrophyten in Fließgewässern in NRW gemäß EU-WRRL – Fortsetzung

			Kapitel
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pepliden</li> <li>● Vallisneriden</li> <li>● Stratiotiden</li> <li>● Graminoiden</li> <li>● Herbiden</li> <li>● Lemniden</li> <li>● Hydrochariden</li> <li>● Ceratophylliden</li> <li>● Riccieliden</li> <li>● Eichorniiden</li> </ul>	
9	Quantitative Erfassung mit einer Schätzskala	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Häufigkeit: fünfteilige Skala nach KOHLER (1978) oder:</li> <li>● Deckungsgrad: Dezimalskala nach LONDO (1974) oder:</li> <li>● Deckungsgrad: BRAUN-BLANQUET (1964) bzw. WILMANN'S (1983)</li> </ul>	4.2
10	Tabellenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ermittlung der Artenzahl</li> <li>● Ermittlung der dominanten Wuchsform</li> <li>● Ermittlung der Wuchsformenzahl</li> </ul>	5
11	Klassifikation, Zuordnung zu einem Vegetationstyp anhand der dominanten Wuchsform im betreffenden Fließgewässertyp	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Makrophytenfreier Typ (Bäche und kleine Flüsse bis 10 m Breite)</li> <li>● Makrophytenfreier Typ (große Flüsse ab 10 m Breite)</li> <li>● <i>Berula erecta</i>-Gesellschaft</li> <li>● <i>Sparganium emersum</i>-Ges. (<i>Sparganium emersum</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Potamogeton natans</i>)</li> <li>● <i>Potamogeton polygonifolius</i>-Gesellschaft</li> <li>● Elodeiden-Ceratophyllum-Typ (<i>Elodea canadensis</i>, <i>E. nuttallii</i>, <i>Ceratophyllum demersum</i>)</li> <li>● Groenlandietum <i>densae</i>-Typ</li> <li>● Parvopotamiden-Typ (<i>Potamogeton pectinatus</i>, <i>P. pusillus</i> agg., <i>P. trichoides</i>, <i>P. crispus</i>, <i>Zannichellia palustris</i>)</li> <li>● Groß-Laichkraut-Typ (<i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. alpinus</i>, <i>P. gramineus</i>)</li> <li>● Myriophylliden-Typ des Tieflandes (<i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Ranunculus fluitans</i>)</li> <li>● <i>Ranunculus</i>-Typ (<i>R. fluitans</i>, <i>R. peltatus</i>, <i>R. penicillatus</i>) der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüssen (bis ca. 10 m Breite)</li> <li>● <i>Ranunculus</i>-Typ (<i>R. fluitans</i>, <i>R. peltatus</i>, <i>R. penicillatus</i>) der Mittelgebirge von großen Flüssen (ab ca. 10 m Breite)</li> <li>● <i>Ranunculus trichophyllus</i>-Typ</li> <li>● <i>Callitriche platycarpa/stagnalis</i>-Typ</li> <li>● <i>Callitriche obtusangulae</i></li> <li>● Lemniden-Typ (<i>Lemna minor</i>, <i>L. gibba</i>, <i>Spirodela polyrhiza</i>)</li> </ul>	Kap. 5; Tab. 5.4 bis 5.11

Tab. A1: Arbeitsschritte bei der Erfassung und Bewertung von Makrophyten in Fließgewässern in NRW gemäß EU-WRRL – Fortsetzung

			Kapitel	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Scapania-Typ (Scapania undulata, Fontinalis squamosa, Chiloscypus polyanthos, Hygroamblystegium fluviatile, Jungermannia exsertifolia, Racomitrium aciculare, Schistidium rivulare, Marsupella emarginata, Lemanea spp.)</li> <li>● Rhynchostegium riparioides-Fontinalis antipyretica-Typ</li> <li>● Leptodictyum-Typ</li> <li>● Langfädiger Cladophora-Typ</li> <li>● Callitricho-Myriophylletum alterniflori</li> <li>● Thermophiler Neophyten-Typ</li> </ul>		
12	Bestimmung des Gewässertyps und des potenziell zu erwartenden Vegetationstyp gemäß Leitbild	Entspricht der Vegetationstyp dem Leitbild?	Kap. 5; Tab. 5-3	
13	Zuordnung zu einer ökologischen Zustandsklasse innerhalb des betreffenden Vegetationstyps	<p><b>Verwendung von Störzeigern:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Elodeiden (Elodea canadensis, E. nuttallii), Ceratophyllum demersum</li> <li>● Parvopotamiden (Potamogeton pectinatus, P. pusillus agg., P. trichoides, P. crispus, Zannichellia palustris)</li> <li>● langfädige Cladophora spp.</li> <li>● Callitriche obtusangula</li> <li>● Leptodictyum riparium</li> <li>● Lemniden (Lemna minor, L. gibba, Spirodela polyrhiza)</li> </ul>	Bewertung anhand der Wuchsformenzahl: Anzahl der Wuchsformen ohne dominante Wuchsform	Kap. 5; Tab. 5.5 bis 5.12

