

Hydrobotanische Untersuchungen an und in Gewässern von Berlin und Brandenburg

IV. Die benthische Algenbesiedlung (ohne Diatomeen) von Fließgewässern einschließlich Kanälen und Gräben im Einzugsgebiet des Rhin*

Lothar Täuscher

Zusammenfassung

Es wurde die benthische Algenflora (ohne Diatomeen), die nach der Europäischen Wasser-rahmenrichtlinie eine Komponente für die ökologische Einstufung ist, vom Rhin, von den Nebengewässern Binenbach, Döllnitz, Kunster, Temnitz und von künstlichen Gewässern (Kanäle und Gräben) untersucht. Diese Gewässer werden von 13 Cyanobakterien, einer Rotalge, einem Gelbgrünalgen-Taxon und 22 Grünalgen-Taxa im Benthos, Metaphyton und Pleuston besiedelt. Seltene und gefährdete Algen werden vorgestellt und benthische Algen-gesellschaften zur Bioindikation der Gewässerqualität genutzt.

Summary

The benthic algal flora (excluding diatoms) as a biological indicator for the ecological classification of the river Rhin, of the small running waters Binenbach, Döllnitz, Kunster, Temnitz as tributaries and of the artificial water bodies (canals and ditches) was investigated with regard to the European Water Framework Directive. In these waters 13 blue-green algae, one red alga, one yellow-green algal taxon and 22 green algae taxa as benthic, metaphytic or pleustic assemblages are characteristic. Remarks on rare and endangered algae are given. Benthic algal communities were described and used for bioindication of the water quality.

1. Einleitung

Die qualitative und quantitative Charakteristik der benthischen Algen (Phyto-benthos) ist nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) neben dem Phytoplankton, den Makrophyten, den benthischen Wirbellosen (Makrozoobenthos) und den Fischen ein wichtiges Kriterium der biologischen Qualitäts-komponenten. Dem Phyto-benthos kommt zur Charakterisierung des ökologischen

* Dr. habil. HEINZ-DIETER KRAUSCH aus Anlass seines 80. Geburtstages gewidmet.

Zustandes von Gewässern eine wichtige Rolle zu. So gibt das Phytobenthos durch schnelle Reproduktionsraten eine schnelle Antwort auf veränderte Umwelteinflüsse, und die benthischen Algen sind eine wichtige Nahrungsgrundlage für das Makrozoobenthos und für einige Fische (s. JANAUER & DOKULIL 2006).

Nach der „Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos“ (SCHAUMBURG et al. 2006) und dem Feldführer „Benthische Algen ohne Kieselalgen und Armleuchteralgen“ (GUTOWSKI & FOERSTER 2007) wird eine Bewertung getrennt nach der Diatomeen- und der sonstigen Phytobenthos-Besiedlung vorgenommen.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen sind eine Erfassung der benthischen Algen excl. Diatomeen/Bacillariophyceae (Aufwuchsalgen ohne Kieselalgen) in Fließgewässern des Einzugsgebietes des Rhin und die Nutzung ihrer aut- und synökologischen Charakteristik zur Bioindikation der Gewässergüte.

2. Untersuchungsgebiet

Der Rhin ist der drittgrößte Nebenfluss der Havel und mündet unterhalb des Gülper Sees in die Gülper Havel. Er hat ein Einzugsgebiet von 1.780 km² und eine Lauflänge von 125 km. Die verschiedenen Abschnitte des Rhin und seine Nebengewässer repräsentieren folgende Fließgewässertypen (nach PÄZOLT & SCHÖNFELDER 2005, POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2004, DIN 38410-1 Anhang B / 2004/2005):

- | | | |
|-----------|---------------------------------------|-------------|
| • Typ 11: | organisch geprägte Bäche | (1,45-1,60) |
| • Typ 12: | organisch geprägte Flüsse | (1,75-1,90) |
| • Typ 14: | sandgeprägte Tieflandbäche | (1,55-1,70) |
| • Typ 15: | sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse | (1,75-1,90) |
| • Typ 16: | kiesgeprägte Tieflandbäche | (1,25-1,40) |
| • Typ 20: | Ströme des Tieflandes | (1,85-2,00) |
| • Typ 21: | seeausflussgeprägte Fließgewässer | (1,85-2,00) |

(in Klammern: saprobielle Referenzbereiche nach DIN 38410-1 Anhang B / 2004/2005)

In ihrem Verlauf durchfließen die Rhin-Abschnitte mehrere Seen. Außerdem gibt es naturnahe mäandrierende Fließverläufe (z. B. südlich von Rheinsberg in der Ruppiner Schweiz: „Rheinsberger Rhin“) und kanalartige Strecken („Rhinkanal“) mit Wehren und Schleusen. Als wichtige Nebenflüsse des Rhin wurden auch der Binenbach (Fließgewässertyp 21), die Döllnitz (Fließgewässertyp 11), die Kunster (Fließgewässertyp 14), die Temnitz (Fließgewässertyp 16 und 12) und viele Kanäle und Gräben untersucht.

Nach SCHÖNFELDER (2005) sind die Kunster (oberhalb Kunsterspring als Quellbach), der Rheinsberger Rhin (unterhalb Döllnitz-Mündung bis Zippelsförde:

Fließgewässertyp 15), die Gülper Havel (Fließgewässertyp 20) und der Binenbach im Land Brandenburg Referenzgewässer.

Die Kanäle und Gräben gehören nach der Europäischen Wasserahmenrichtlinie (WRRL 2000) zu den künstlichen und erheblich veränderten Gewässern (s. PÄZOLT & SCHÖNFELDER 2005) und umfassen einen Anteil von ca. 50 % der Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rhin.

Es konnten folgende submerse, natante und emerse Makrophyten als wichtiges Phytobenthos-Substrat in und an den Gewässern kartiert werden: *Berula erecta*, *Butomus umbellatus*, *Callitriche* spec., *Carex* spec., *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Elodea canadensis*, *Glyceria fluitans*, *G. maxima*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Iris pseudacorus*, *Juncus* spec., *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Nasturtium microphyllum*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Potamogeton crispus*, *P. friesii*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Ranunculus* spec., *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Spirodela polyrrhiza* und *Typha angustifolia*. Aus Naturschutz-Sicht ist der Fund der Seekanne (*Nymphoides peltata*) im „Friesacker Rhin“ (= Kleiner Havelländischer Hauptkanal bei Friesack) besonders erwähnenswert (s. HENDRICH et al. 2005).

3. Material und Methoden

3.1 Probenahme

Es wurden an 45 Probenahmestellen verschiedene Substrate (Steine/künstliche Hartsubstrate, Sedimentoberflächen, Totholz, Makrophyten) beprobt, die verschiedene Mikrohabitate der Fließgewässer repräsentieren. Massenentwicklungen der benthischen Mikroalgen, die kleiner als 1 mm sind und/oder nur mit Hilfe des Lichtmikroskops bestimmbar sind, können als Beläge und Häute („Frosch- oder Krötenhäute“), Watten, Krusten und Schleime bzw. Gallertkugeln makroskopisch auf verschiedenen Substraten (Steine/Hartsubstrate: epilithisch; Sand: epipsammisch; Schlamm: epipelisch; Holz: epixylisch; Pflanzen: epiphytisch) erkannt werden (GUTOWSKI & FOERSTER 2007, TÄUSCHER 1998a). Dabei kann zwischen folgenden makroskopischen Wuchsformen unterschieden werden:

- farbige Überzüge, Flecken, Pusteln, Warzen oder Krusten,
- Fäden, Büschel oder Polster,
- gelatinöse Kolonien,
- thallöse Rotalgen oder blatt- bzw. röhrenförmige Thalli.

Die Proben wurden durch Abkratzen, Abbürsten und durch das Sammeln von Substraten (Sand- und Schlammoberflächen werden vorsichtig mit einem Löffel abgehoben) in beschriftete Probeflaschen und/oder Plastiktüten (einschließlich inliegendem Zettel mit Bleistiftbeschriftung!) überführt. Danach wurden sie mit

Formalin (1 ml 20 %iges Formaldehyd auf 50 ml Probe: Endkonzentration 1 % bis 4 %) fixiert bzw. eingefroren und zur lichtmikroskopischen Bestimmung und Dokumentation aufbewahrt.

3.2 Mikroskopische Methoden

Es wurde folgende Bestimmungsliteratur für die Erfassung der benthischen Algen berücksichtigt: BACKHAUS (2006), BÜDEL et al. (2005), ETTL et al. (1978-1999), HINDAK et al. (1975, 1978), LENZENWEGER (1996-2003), MOLLENHAUER et al. (1999), PANKOW (1961, 1994), PFISTER (2005), PRINTZ (1964), SIMONS et al. (1999), SKINNER & ENTWISLE (2001a, b, c, d, 2004a, b).

Die qualitative lichtmikroskopische Untersuchung (LM) der Proben wurde an dem Forschungsmikroskop NOVEX (Arnhem, Holland) (Vergrößerungen: 160-640-1600 / Immersion) durchgeführt. Es wurde eine phänotypische, lichtmikroskopische Bestimmung der benthischen Mikroalgen möglichst auf Art-Niveau vorgenommen. Da bei einigen Taxa eine Art-Bestimmung lichtmikroskopisch nicht eindeutig möglich war bzw. manchmal wichtige Bestimmungskriterien fehlten (z. B. Reproduktionsorgane), erfolgten in diesen Fällen die Angaben auf Gattungsniveau.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Artenliste

In den Fließgewässern, Kanälen und Gräben im Einzugsgebiet des Rhin konnten die in Tab. 1 zusammengestellten benthischen Algen gefunden werden. Die ökologischen Angaben erfolgten nach MOLLENHAUER et al. (1999), ROTT et al. (1997, 1999), SCHMEDITJE et al. (1998) und eigenen Erkenntnissen (TÄUSCHER 1993, 1996, 1998a, b, 1999, 2000, 2006, 2008).

Bei der lichtmikroskopischen Auswertung der Proben (vgl. 3.2) konnten in den Frischpräparaten ohne spezielle Präparation folgende Diatomeen besonders häufig beobachtet werden: *Amphora ovalis*, *Caloneis* spec., *Cocconeis* spec., *Cymatopleura elliptica*, *C. solea*, *Cymbella* spec., *Diatoma vulgare*, *Diploneis* spec., *Epithemia* spec., *Fragilaria* spec., *Gomphonema* spec., *Gyrosigma* spec., *Melosira varians*, *Navicula* spec., *Nitzschia* spec., *Pinnularia* spec. und *Rhoicosphenia abbreviata*.

Tab. 1: Artenliste der benthischen Algen mit autökologischen Angaben.

Autökologie: otr. = oligotroph; mtr. = mesotroph; eutr. = eutroph; polytr. = polytroph; o = oligosaprob; bm = beta-mesosaprob; am = alpha-mesosaprob; p = polysaprob

Taxa	Autökologie
Cyanophyta / Cyanobacteria / Nostocophyceae (Cyanobakterien)	
<i>Aphanothece stagnina</i> (SPRENGEL) A. BRAUN in RABENHORST	eutr.-polytr., bm-am
<i>Chroococcus turgidus</i> (KÜTZING) NÄGELI	mtr.-eutr., o-bm
<i>Geitlerinema splendidum</i> (GREVILLE ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS	eutr.-polytr., bm-am
<i>Gloeotrichia pisum</i> (C. A. AGARDH) THURET ex BORNET et FLAHAULT	mtr.-eutr., o-bm
<i>Komvophoron constrictum</i> (SZAFER) ANAGNOSTIDIS et KOMAREK	eutr.-polytr., bm-am
<i>Lyngbya martensiana</i> MENEGHINI ex GOMONT	eutr., bm
<i>Nostoc caeruleum</i> LYNGBYE ex BORNET et FLAHAULT	mtr. (-eutr.), o-bm, fak. halophil
<i>Oscillatoria limosa</i> C. A. AGARDH ex GOMONT	eutr.-polytr., bm-am
<i>Phormidium chlorinum</i> (KÜTZING ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS = <i>Oscillatoria chlorina</i> KÜTZING ex GOMONT	eutr.-polytr., p
<i>Phormidium formosum</i> (BORY ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS et KOMAREK	polytr., am-p
<i>Phormidium retzii</i> (C. A. AGARDH) GOMONT ex GOMONT	eutr., o-bm
<i>Phormidium rimosum</i> (KOMAREK) ANAGNOSTIDIS et KOMAREK	-
<i>Romeria obtuseacuminata</i> (STARMACH) KOMAREK in ANAGNOSTIDIS	epiphytisch auf <i>Nostoc caeruleum</i>
Rhodophyta / Rhodophyceae (Rotalgen)	
<i>Hildenbrandia rivularis</i> (LIEBMANN) J. G. AGARDH	otr.-mtr., o(-bm)
Tribophyceae / Xanthophyceae (Gelbgrünalgen)	
<i>Tribonema</i> spec. (cf. <i>viride</i> PASCHER; <i>vulgare</i> PASCHER)	-
Chlorophyta s.l. / Chlorophyceae, Trebouxiophyceae Ulvophyceae, Charophyceae (Grünalgen)	
Chlorococcales	
<i>Characium angustum</i> A. BRAUN	-
Chaetophorales	
<i>Apatococcus lobatus</i> (CHODAT) J. B. PETERSEN	eutr., bm, aerophytisch
<i>Pseudendoclonium basiliense</i> VISCHER	eutr.-polytr., bm-am

<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. A. AGARDH) KÜTZING	eutr.-polytr., bm-am
Cladophorales	
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) KÜTZING	(mtr.) eutr. (polytr.), bm (-am)
<i>Rhizoclonium riparium</i> (ROTH) HARVEY	-
Microsporales / Sphaeropleales	
<i>Microspora</i> spec.	-
Oedogoniales	
<i>Oedogonium</i> spec.	-
Ulotrichales	
<i>Geminella mutabilis</i> (NÄGELI) WILLE	eutr., bm
<i>Ulothrix zonata</i> (WEBER et MOHR) KÜTZING	mtr.-eutr., bm
<i>Ulothrix</i> spec.	-
<i>Uronema confervicolum</i> LAGERHEIM	eutr., bm
<i>Uronema elongatum</i> HODGETTS	eutr., bm
Pleurastrales / Microthamniales	
<i>Microthamnion kuetzingianum</i> NÄGELI	eutr., bm
Ulvaes	
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) LINK	halophil
Desmidiiales (Zieralgen)	
<i>Closterium acerosum</i> (SCHRANK) EHRENBERG ex RALFS	eutr.-polytr., bm-am
<i>Closterium ehrenbergii</i> MENEGHINI ex RALFS	mtr.-eutr., o-bm
<i>Closterium moniliferum</i> (BORY) EHRENBERG ex RALFS	eutr., bm
<i>Cosmarium botrytis</i> MENEGHINI ex RALFS	otr.-eutr., o-bm
<i>Cosmarium</i> spec.	-
Zygnematales / Zygnemales	
<i>Mougeotia</i> spec.	-
<i>Spirogyra</i> spec.	-

Einige Besonderheiten und Rote Liste-Arten sollen von den benthischen Algen ohne Diatomeen noch vorgestellt werden.

Gloeotrichia pisum fällt als blaugrüne kugelige Thalli im Metaphyton auf. Nach MOLLENHAUER et al. (1999) ist *Nostoc caeruleum* (z. T. auch falsch als *N. coeruleum* in der Literatur aufgeführt!) eine seltene und besondere trichale Cyanobakterie, die gelatinöse Kugel-Kolonien bildet.

Die auf verschiedenen Hartsubstraten als karminrote Krusten wachsende *Hildenbrandia rivularis* ist eine Rote Liste-Art und ein Indikator für sensible Fließgewässer (s. TÄUSCHER & TÄUSCHER 1994, TÄUSCHER 1998b, 2000, 2004).

Sie konnte auch auf Steinen in der Brandungszone von Seen in Nordostdeutschland gefunden werden (s. TÄUSCHER 2008).

Bei der Abgrenzung der *Uronema*-Taxa, die oft epiphytisch auf Makroalgen (z. B. *Cladophora*- und *Oedogonium*-Arten) zu finden sind (s. auch BACKHAUS 2006, SIMONS et al. 1999), ist folgendes zu beachten: *Uronema confervicolum* und *Uronema elongatum* werden von SIMONS et al. (1999) durch die „Hakenbildung“ der Endzelle bei der zweiten Art unterschieden, während HINDAK in HINDAK et al. (1975, 1978) auch bei *Uronema confervicolum* eine Hakenbildung abbildet. Von PANKOW (1961) gibt es eine monografische Bearbeitung dieser Gattung, wobei *Uronema elongatum* durch eine gekrümmte Endzelle charakterisiert ist. Auf den Abbildungen von JOHN (2003) und von SKINNER & ENTWISLE (2004a) sind gerade und leicht gekrümmte Endzellen von *Uronema elongatum* bzw. leicht gekrümmte Thallus-Enden bei *Uronema confervicolum* zu sehen. Es zeigt sich also, dass dieses morphologische Merkmal für die Art-Bestimmung recht unzureichend ist und *Uronema elongatum* HODGETTS 1918 als Synonym von *Uronema confervicolum* LAGERHEIM 1887 gewertet werden könnte (dazu sind aber z. B. auch noch genetische Untersuchungen notwendig). BACKHAUS (2006) stieß bei der Bestimmung auch auf Schwierigkeiten, vergleicht seinen Fund (Mikrofoto mit leicht gekrümmtem Faden) mit von ihm zitierter Bestimmungsliteratur und benennt das Taxon deshalb als „*Uronema* cf. *confervicolum*“. Von PRINTZ (1964) wird noch diskutiert, ob es sich nicht bei *Uronema*-Taxa um *Ulothrix*-Anfangsstadien handelt.

Cosmarium botrytis wurde bisher als eine gefährdete Art eingestuft (s. GUTOWSKI & MOLLENHAUER 1996, TÄUSCHER 2004). Es werden neben der Nominatvarietät zwei bis vier Varietäten unterschieden. Aber diese metaphytische Zieralge ist ökologisch sehr anpassungsfähig. Sie besiedelt oligotrophe bis eutrophe Gewässer und wurde in Seen, Tümpeln, Weihern, Torfstichen, Schwingrasen, Sphagneten und Fließgewässern gefunden (vgl. LENZENWEGER 1999, REINECKE 1999). Deshalb muss der Gefährdungsgrad neu eingeschätzt werden.

4.2 Nutzung der benthischen Algengesellschaften zur Bioindikation

Die Diagnosen und die Synökologie der Algengesellschaften sind in TÄUSCHER (1998a, 2006, 2008) ausführlich beschrieben. In den Fließgewässern des Einzugsgebietes des Rhin konnten sowohl makroskopisch gut erkennbare Färbungen und Wuchsformen benthischer Algen (für die Taxa-Diagnose ist aber eine mikroskopische Untersuchung erforderlich) als auch charakteristische Mikroalgengesellschaften gefunden werden. Diese können mit Hilfe ihrer Aut- und Synökologie zur Bioindikation der Gewässergüte genutzt werden.

Als blau- bis schwarzgrüne „Krötenhäute“ wachsen *Oscillatoria limosa*, *Phormidium chlorinum* und *Ph. formosum*. Die Charakterart *Oscillatoria limosa* bildet zusammen mit weiteren benthischen Mikroalgen das Oscillatorietum

limosae, das Indikator für sehr nährstoffreiche Verhältnisse (polytroph) und eine kritische Belastung mit organischen Substanzen (beta- bis alpha-mesosaprob) ist.

Die Thalli von *Aphanothece stagnina*, *Gloeotrichia pisum* und *Nostoc caeruleum* sind als blaugüne, gelatinöse Kugel-Kolonien makroskopisch erkennbar. *Nostoc caeruleum* ist nach einer Zusammenstellung der autökologischen Ansprüche vor allem in nährstoffarmen Gewässern zu finden. *Aphanothece stagnina* ist für verschlammte, nährstoffreiche und beta- bis alpha-mesosaprobe Gewässer typisch, wo sie sich epipelisch und/oder metaphytisch als makroskopisch sichtbare Kolonien entwickelt. Am Ende der Vegetationsperiode steigen die einzelnen Kolonien an die Wasseroberfläche auf und zerfallen. Die benthische, metaphytische und tycho planktische Art ist die Charakterart des Aphanothecetum stagninae.

Grüne Krustenbildungen sind für *Apatococcus lobatus* und *Pseudendoclonium basiliense* typisch, wobei *Apatococcus lobatus* als aerophytische Mikroalge auch den amphibischen Bereich von Gewässern besiedelt. *Pseudendoclonium basiliense* wächst vor allem auf Hartsubstraten in nährstoffreichen Gewässern, die stärker organisch belastet sind.

Die *Stigeoclonium*- und *Ulothrix*-Arten fallen durch grüne, zarte, flutende Fäden und Büschel auf. *Stigeoclonium tenue* ist ein Indikator für sehr nährstoffreiche Gewässer mit einer hohen organischen Belastung und kennzeichnet das Stigeoclonietum tenue oder das Stigeoclonio-Cladophoretum als benthische Algengesellschaft auf verschiedenen Substraten. *Ulothrix*-Arten bilden das Ulothricetum, das auf verschiedenen Substraten wächst und ein Indikator für nährstoffreiche und mäßig bis stark organisch belastete Gewässer ist.

Kräftigere grüne, fädige Thalli bilden die *Cladophora*-, *Microspora*- und *Oedogonium*-Taxa. Die euryöke *Cladophora glomerata* besiedelt als festsitzende Büschel und/oder kräftige Watten verschiedene Gewässerqualitäten und -typen (von mäßig eutroph und gering organisch belastet bis übermäßig eutroph und sehr stark organisch belastet mit massiver Bakterien-Besiedlung: „Bacterio-Cladophoretum“):

- Charo-Cladophoretum (= Cladophoro-Charetum),
- Cladophoretum glomeratae typicum (incl. Pleusto-Cladophoretum),
- Stigeoclonio-Cladophoretum.

Oedogonium spec. ist nach FOERSTER & GUTOWSKI (2006) das häufigste nachgewiesene Taxon der „fädigen Grünalgen“ im Fließgewässerbereich. Bei der Nutzung der Gattung als Indikator wird das Vorkommen von *Oedogonium spec.* als Störzeiger gewertet, da hohe Nährstoffgehalte und organische Belastungen toleriert werden können.

Grüne, schleimige und unverzweigte Fäden sind für die Jochalgen-Gattungen *Mougeotia*, *Spirogyra* und *Zygnema* charakteristisch, wobei eine Verwendung zur ökologischen Einstufung der Gewässer nur eingeschränkt möglich ist, da eine Art-

Bestimmung und eine bioindikative Nutzung der Taxa nur beim Vorhandensein von Reproduktionsorganen gesichert ist.

Die halophile *Enteromorpha intestinalis*, die grüne, blatt- oder röhrenförmige Thalli ausbildet, kommt in nährstoffreichen und salzbeeinflussten Binnengewässern (Salzbeeinflussung zum Großteil durch Abwässer) und im Brackwasser meist als Pleusto-Enteromorphetum vor. So konnte TÄUSCHER (2006) bei Untersuchungen in brandenburgischen Fließgewässern zeigen, dass *Enteromorpha intestinalis* ein Indikator für lokale Salz-(Chlorid-)Belastungen ist, die durch hohe elektrische Leitfähigkeiten ($> 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) und Chlorid-Werte über 80 mg/l zum Ausdruck kommen.

Auf Hartsubstraten bildet die seltene und gefährdete Süßwasser-Rotalge *Hildenbrandia rivularis* im Schattenbereich von schnellfließenden Bächen karminrote Krusten. Dieses Hildenbrandietum *rivularis* indiziert alkalische Gewässer mit geringer organischer Belastung (oligosaprob bis beta-mesosaprob).

4.3 Syntaxonomische Übersicht der benthischen Algengesellschaften

Als Grundlage zur syntaxonomischen Einordnung und synökologischen Charakterisierung der benthischen, metaphytischen und pleustischen Algengesellschaften von den Fließgewässern einschließlich Kanälen und Gräben im Einzugsgebiet des Rhin dienen die Übersichten von TÄUSCHER (1998a, 2006, 2007):

Naviculetea PANKOW 1980 emend. TÄUSCHER 1997

Naviculetales PANKOW 1980

Oscillatorion PRAT ms. in HADAC 1944

Aphanothecetum stagninae NAUMANN 1920 emend. TÄUSCHER 2008

Synökologie: eutr.-polytr., bm-am, B, metaphytisch

Oscillatorietum limosae (A. KURZ 1922) PRAT ms. in HADAC 1944

Synökologie: polytr., bm-am, B

Meridio-Naviculion gregariae M. SCHLÜTER 1961

Melosiretum variantis BUDDE 1930

Synökologie: eutr., bm, B, metaphytisch

Stigeocloniotea K. ARENDT 1982 emend. TÄUSCHER 1998

Stigeoclonietalia K. ARENDT 1982 (= Cladophoretalia MARGALEF 1960)

Stigeoclonion K. ARENDT 1982 (= Cladophorion BOHR 1962)

Cladophoretum glomeratae (P. ALLORGE 1921)

MARGALEF 1948 emend. TÄUSCHER 1996

typicum

(= Eu-Cladophoretum TÄUSCHER 1996

incl. Pleusto-Cladophoretum A. LINDNER 1978)

Synökologie: eutr., bm, B, pleustisch

Charo-Cladophoretum TÄUSCHER 1996

(= Cladophoro-Charetum PASSARGE 1983)

Synökologie: mtr.-eutr., o-bm, B

Stigeoclonio-Cladophoretum TÄUSCHER 1996

Synökologie: polytr., bm-am, B, pleustisch

Closterietum acerosi (DEFLANDRE 1925) KIES 2003

emend. TÄUSCHER 2006

Synökologie: eutr., bm, metaphytisch

Enteromorphetum compressae KORNAS & MEDWECKA-KORNAS 1949

(incl. Pleusto-Enteromorphetum A. LINDNER 1978,

Süßwasservariante mit *Enteromorpha intestinalis*-Entwicklungen)

Synökologie: eutr.-polytr., bm, B, pleustisch, halophil

Stigeoclonietum tenue (FJERD. 1964) K. ARENDT 1982

Synökologie: polytr.-hochpolytr., am-p, B

Ulothricetum FJERD. 1964 emend. TÄUSCHER 1993

Synökologie: polytr., bm-am, B

Lemaneetea WEBER-OLDECOP 1974 emend. TÄUSCHER 1998

Lemaneetalia WEBER-OLDECOP 1974

Lemaneion WEBER-OLDECOP 1974

Hildenbrandietum rivularis LUTHER 1954

Synökologie: mtr.-eutr., o-bm, B

4.4 Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse reihen sich in weitere Untersuchungen der benthischen Algenbesiedlung in Fließgewässern in Nordostdeutschland (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt) ein (s. MÖLLER & PANKOW 1981, SCHLÜTER 1956, 1961, TÄUSCHER 1993, 1996, 1997, 1998b, 1999, 2006, 2007, TÄUSCHER & TÄUSCHER 1994, 2001). Neben der Nutzung von benthischen, metaphytischen und pleustischen Algen als Indikatoren des ökologischen Zustandes von Fließgewässern mit Hilfe ihrer autökologischen Ansprüche sollten auch Algengesellschaften mit ihren synökologischen Charakteristika bei der Beurteilung und Einstufung der Gewässer verwendet werden, um die biozönotisch ausgerichtete Gewässertypisierung weiter zu entwickeln (vgl. TÄUSCHER 2006).

Da von den 45 Probestellen im Einzugsgebiet des Rhin 9 durch Seeausflüsse geprägt werden (Fließgewässertyp 21), wobei es sich um nährstoffarme (mesotrophe) in Moränendurchbruchtälern in der Ruppiner Schweiz bis übermäßig nährstoffreiche (polytrophe) Abflüsse in Flussauengebieten des Rhinluchs und der Havelaue handelt, sind die vorliegenden Erfassungen und Untersuchungen eine wichtige Zuarbeit für ein noch zu entwickelndes Bewertungsverfahren für diese Standorte.

5. Literatur

- BACKHAUS, D. 2006: Litorale Aufwuchsalgen im Hoch- und Oberrhein. – *Carolinea* 64: 5-68.
- BÜDEL, B., GÄRTNER, G., KRIENITZ, L. & M. SCHAGERL (Hrsg.) 2005: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/2 (KOMAREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS 2005: Cyanoprocaryota 2. Teil Oscillatoriales). – München, Heidelberg.
- ETTL, H., GÄRTNER, G., GERLOFF, J., HEYNIG, H. & D. MOLLENHAUER (Hrsg.) 1978-2008: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bde. 2/1, 2/2, 2/3 (KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT 1986/1997/2008: Bacillariophyceae / Naviculaceae; 1988/1997: Bacillariophyceae / Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae; 1991: Bacillariophyceae / Centrales, Fragilariaceae, Eunoticeae), 4 (RIETH, A. 1980: Xanthophyceae 2. Teil), 14 (MROZINSKA, T. 1985: Chlorophyta VI Oedogoniophyceae: Oedogoniales), 16 (KADLUBOWSKA, J. Z. 1984: Chlorophyta VIII [Conjugatophyceae I: Zygnematales]), 19/1 (KOMAREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS 1999: Cyanoprocaryota 1. Teil Chroococcales). – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- FOERSTER, J. & A. GUTOWSKI 2006: Fädige „Grünalgen“ in unseren Fließgewässern – es ist nicht alles *Cladophora glomerata* ... – Deutsche Ges. f. Limnologie (DGL)-Tagungsbericht 2005 (Karlsruhe): 398-402.
- GUTOWSKI, A. & J. FOERSTER 2007: Benthische Algen ohne Kieselalgen und Armleuchteralgen – Feldführer. – LANUV-Arbeitsblatt 2: 1-87.
<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arb1a2/arb1a2start.htm>
- GUTOWSKI, A. & D. MOLLENHAUER 1996: Rote Liste der Zieralgen (Desmidiaceae) Deutschlands. – *Schr.-R. f. Vegetationskde.* 28: 679-708.
- HENDRICH, L., MÜLLER, R. & L. TÄUSCHER 2005: Neufund der Seekanne [*Nymphoides peltata* (S. G. GMELIN) O. KUNTZE] im Gebiet der unteren Havel. – *Untere Havel – Naturkd. Ber.* 15: 45-47.
- HINDAK, F., KOMAREK, J., MARVAN, P. & J. RUZICKA 1975: Kl'uc na urcovanie vytrusnych rastlin. I. Riasy (Kryptogamen-Bestimmungsschlüssel. I. Algen). – Bratislava.
- HINDAK, F. (Hrsg.), CYRUS, Z., MARVAN, P., JAVORNICKY, P., KOMAREK, J., ETTL, H., ROSA, K., SLADECKOVA, A., POPOVSKY, J., PUNCOCHAROVA, M. & O. LHOTSKY 1978: Sladkovodne Riasy (Süßwasser-Algen). – Bratislava.
- JANAUER, G. & M. DOKULIL 2006: Macrophytes and Algae in Running Waters. – In: ZIGLIO, G., SILIGARDI, M. & G. FLAIM (Hrsg.): *Biological Monitoring of Rivers*. – Chichester: 89-109.
- JOHN, D. M. 2003: Filamentous and Plantlike Green Algae. – In: WEHR, J. D. & R. G. SHEATH (Hrsg.): *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*. – Amsterdam, Boston, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: 311-352.
- LENZENWEGER, R. 1996, 1997, 1999, 2003: Desmidiaceenflora von Österreich. Teile 1-4. – *Bibliotheca Phycologica* 101, 102, 104, 111.
- MÖLLER, B. & H. PANKOW 1981: Algensoziologische und saprobiologische Untersuchungen an Vorflutern der Elbe. – *Limnologica* 13: 291-350.
- MOLLENHAUER, D., BENGTTSSON, R. & E.-A. LINDSTRÖM 1999: Macroscopic cyanobacteria of the genus *Nostoc*: a neglected and endangered constituent of European inland aquatic biodiversity. – *Eur. J. Phycol.* 34: 349-360.

- PÄZOLT, J. & J. SCHÖNFELDER 2005: Typisierung und Kategorisierung von Oberflächengewässern; Ausweisung von künstlichen und erheblich veränderten Gewässern. – In: LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (Hrsg.): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Bericht zur Bestandsaufnahme für das Land Brandenburg. – Potsdam, Eggersdorf: 22-36.
- PANKOW, H. 1961: Die Gattung *Uronema* LAGERH. – Arch. Protistenkd. 105: 117-130.
- PANKOW, H. 1994: Blaualgen und Algen – Cyanophyta und Phycophyta. – In: ROTHMALER, W., SCHUBERT, R., HANDKE, H. H. & H. PANKOW: Exkursionsflora für Deutschland, Bd. 1: Niedere Pflanzen, Grundband. – Neuausgabe der 3. Aufl., Berlin, Jena: 10-196.
- PFISTER, P. 2005: Makroskopische Aufwuchsalgen in süddeutschen und österreichischen Fließgewässern. – Arbeitsunterlage, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck.
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER 2004: Fließgewässertypologie Deutschlands: Die Gewässertypen und ihre Steckbriefe als Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. – In: STEINBERG, C., CALMANO, W., WILKEN, R.-D. & H. KLAPPER (Hrsg.): Handbuch der Limnologie. 19. Ergänzungslieferung 7/04. VIII-2.1: 1-16 + Anhang.
- PRINTZ, H. 1964: Die Chaetophorales der Binnengewässer. Eine systematische Übersicht. – Hydrobiologia 24: 1-376.
- REINECKE, H. 1999: Zur Kenntnis der Algenflora des Nationalparks Hochharz (Brocken) und Nationalparks Harz. – Mitt. Naturwiss. Ver. Goslar 6: 61-120.
- ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P. & E. PIPP 1997: Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien.
- ROTT, E., PFISTER, P., VAN DAM, H., PIPP, E., PALL, K., BINDER, N. & K. ORTLER 1999: Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. & J. FOERSTER 2006: Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (Stand Januar 2006). – Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- SCHLÜTER, M. 1956: Die Diatomeenflora des Naturschutzgebietes Strausberg. Beiträge zur Flora und Vegetation Brandenburgs 15. – Wiss. Z. Pädag. Hochsch. Potsdam, Math.-nat. Reihe 2: 231-253.
- SCHLÜTER, M. 1961: Die Diatomeen-Gesellschaften des Naturschutzgebietes Strausberg bei Berlin. – Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie 46: 562-609.
- SCHMEDTJE, U. (Projektleitung), GUTOWSKI, A., HOFMANN, G., LEUKART, P., MELZER, A., MOLLENHAUER, D., SCHNEIDER, S. & H. TREMP 1998: Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. Erarbeitung von Trophieindikationswerten für ausgewählte benthische Algen und Makrophyten. – Informationsber. d. Bayerischen Landesamtes f. Wasserwirtschaft 98/4: 1-516.
- SCHÖNFELDER, J. 2005: Bezugsnetze für Gewässertypen mit sehr gutem ökologischen Zustand und für Interkalibrationsgewässer. – In: LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (Hrsg.): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Bericht zur Bestandsaufnahme für das Land Brandenburg. – Potsdam, Eggersdorf: 38-41.
- SIMONS, J., LOKHORST, G. M. & A. P. VAN BEEM 1999: Bentische Zoetwateralgen in Nederland. – Utrecht.
- SKINNER, S. & T. J. ENTWISLE 2001a, b, c, d, 2004a, b: Non-marine algae of Australia: 1. Survey of colonial gelatinous blue-green macroalgae (Cyanobacteria); 2. Some conspicu-

- ous tuft-forming Cyanobacteria; 3. *Audouinella* and *Balbiana* (Rhodophyta); 4. Floristic survey of some colonial green macroalgae (Chlorophyta); 5. Macroscopic Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta); 6. Cladophoraceae (Chlorophyta). – *Teloepa* 9 (3): 573-599; 9 (3): 685-712; 9 (3): 714-723; 9 (3): 725-739; 10 (2): 613-633; 10 (3): 731-748.
- TÄUSCHER, H. 1997: Saprobiologische Untersuchungen an den kleinen Berliner Fließgewässern Tegeler Fließ und Neuenhagener Mühlenfließ (Erpe). – *Lauterbornia* 28: 1-16.
- TÄUSCHER, H. & L. TÄUSCHER 1994: Hydrobotanische Untersuchungen an und in Gewässern von Berlin und Brandenburg II. Bemerkungen zum Vorkommen limnischer Rotalgen (Rhodophyta). – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 127: 171-175.
- TÄUSCHER, H. & L. TÄUSCHER 2001: Diatom assemblages as indicators of water quality in the small running water Fredersdorfer Mühlenfließ (Brandenburg, Berlin, Germany). – In: WITKOWSKI, A. & W. KOWALSKI (Hrsg.): 15. Treffen Deutschsprachiger Diatomologen 22.-25.03.2001 Lukecin (Lüchentin), Polen. – *Szczecin*: 128-130.
- TÄUSCHER, L. 1993: Algengesellschaften als Indikatoren der Gewässergüte der kleinen Berliner Fließgewässer Panke und Wuhle. – *Lauterbornia* 14: 23-30.
- TÄUSCHER, L. 1996: Algen- und Makrophytengesellschaften als Indikatoren der Trophie und Saprobie in planktondominierten Fließgewässern Nordostdeutschlands. – *Lauterbornia* 26: 77-83.
- TÄUSCHER, L. 1998a: Mikroalgengesellschaften der Gewässer Nordostdeutschlands und ihre Nutzung zur Bioindikation. – *Feddes Repertorium* 109: 617-638.
- TÄUSCHER, L. 1998b: Limnologisch-ökologische Charakteristik der Fließgewässer des Naturparks „Uckermärkische Seen“ (Brandenburg). – *Deutsche Ges. f. Limnologie (DGL)-Tagungsbericht 1997 (Frankfurt am Main)*, Bd. II: 734-738.
- TÄUSCHER, L. 1999: Hydrobotanische und ökologische Untersuchungen an und in Gewässern des nördlichen Elb-Havel-Winkels (Biosphärenreservat „Flußlandschaft Elbe“, Sachsen-Anhalt). VI. Beitrag zur Mikroalgenbesiedlung des Königsfließes. – *Untere Havel – Naturkd. Ber. (Havelberg)* 9: 31-35.
- TÄUSCHER, L. (2000): Inventur limnischer Rotalgen-Funde in Gewässern Nordostdeutschlands. – *Deutsche Ges. f. Limnologie (DGL)-Tagungsbericht 1999 (Rostock)*, Bd. II: 1033-1037.
- TÄUSCHER, L. 2004: Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. - In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (Hrsg.): Rote Listen Sachsen-Anhalt. – *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt* 39: 34-42.
http://www.mu.sachsen-anhalt.de/start/fachbereich04/artenschutz/files/034-042_2004_rl_sachs_anh_algen.pdf
- TÄUSCHER, L. 2006: Beitrag zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Land Brandenburg mit Hilfe von Phytobenthos- und Makrophyten-Untersuchungen. – *Deutsche Ges. f. Limnologie (DGL)-Tagungsbericht 2005 (Karlsruhe)*: 377-382.
- TÄUSCHER, L. 2007: Studies on diatoms of inland waters and of the southern Baltic Sea in Mecklenburg-Western Pomerania (Germany) since the middle of the last century. – In: KUSBER, W.-H. & R. JAHN (Hrsg.): *Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting 2007*, Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin BGBM Press, Berlin: 159-162.
www.bgbm.org/bgbmpress/otherpubl/cediatom/cediatom133Taeuscher.pdf

- TÄUSCHER, L. 2008: Phytobenthos ohne Diatomeen als biologische Komponente zur Bestimmung des ökologischen Zustandes von nordostdeutschen Seen – ein Literaturbericht und Diskussionsbeitrag. – Deutsche Ges. f. Limnologie (DGL)-Erweiterte Zusammenfassungen 2007 (Münster): 115-120.
- WRRL (WASSERRAHMENRICHTLINIE) 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 – kurz: Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften J. 327 vom 22.12.2000: 1-72.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Lothar Täuscher
 Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH
 Schlunkendorfer Str. 2e
 D-14554 Seddiner See
 lothar.taeuscher@iag-gmbh.info

Eingang des Manuskriptes am 24.04.2008, endgültig angenommen am 09.10.2008.