

Aktueller Zustand und historische Entwicklung des Makrozoobenthos und des Makrophytobenthos des Oderästuars - Ein Überblick



**Autoren:
Fritz Gosselck & Holger Schabelon**



IKZM-Oder Berichte

36 (2007)

Aktueller Zustand und historische Entwicklung des
Makrozoobenthos und des Makrophytobenthos des
Oderästuars - Ein Überblick

von

Fritz Gosselck & Holger Schabelon

Institut für Angewandte Ökologie
Alte Dorfstrasse 11, 18184 Neu Broderstorf

Neu Broderstorf, Mai 2007

Impressum

Die IKZM-Oder Berichte erscheinen in unregelmäßiger Folge. Sie enthalten Ergebnisse des Projektes IKZM-Oder und der Regionalen Agenda 21 "Stettiner Haff – Region zweier Nationen" sowie Arbeiten mit Bezug zur Odermündungsregion. Die Berichte erscheinen in der Regel ausschließlich als abrufbare und herunterladbare PDF-Files im Internet.



Das Projekt "Forschung für ein Integriertes Küstenzonenmanagement in der Odermündungsregion (IKZM-Oder)" wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter der Nummer 03F0403A-H gefördert.



Die Regionale Agenda 21 "Stettiner Haff – Region zweier Nationen" stellt eine deutsch-polnische Kooperation mit dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung dar. Die regionale Agenda 21 ist Träger des integrierten Küstenzonenmanagements und wird durch das Projekt IKZM-Oder unterstützt.



Herausgeber der Zeitschrift:

EUCC – Die Küsten Union Deutschland e.V.
Poststr. 6, 18119 Rostock, <http://www.eucc-d.de/>
Dr. G. Schernewski & N. Löser

Für den Inhalt des Berichtes sind die Autoren zuständig.

Die IKZM-Oder Berichte sind abrufbar unter <http://ikzm-oder.de/> und <http://www.agenda21-oder.de/>

ISSN 1614-5968

Inhaltsverzeichnis

1	Charakterisierung, Morphologie und Sedimente des Oderästuars	2
2	Zustand und Entwicklung des Makrozoobenthos	2
2.1	Das Makrozoobenthos der Teilgebiete des Peenestroms	2
2.1.1	Spandowerhagener Wiek	2
2.1.2	Peenestrom Nord	5
2.1.3	Achterwasser	7
2.2	Das Makrozoobenthos des Kleinen Haffs	8
3	Zustand und Entwicklung des Makrophytobenthos	13
3.1	Das Makrophytobenthos des Kleinen Haffs und des Peenestroms	14
3.1.1	Aktueller Zustand der Makrophyten im Haff und Peenestrom	14
3.1.2	Historische Entwicklung der Makrophyten im Haff und Peenestrom	17
3.2	Das Makrophytobenthos des Greifswalder Boddens	17
3.2.1	Aktueller Zustand der Makrophyten des Greifswalder Boddens	17
3.2.2	Historische Entwicklung der Makrophyten des Greifswalder Boddens	19
4	Zusammenfassung	22

ANHANG

1 Charakterisierung, Morphologie und Sedimente des Oderästuars

Charakterisierung: Größtes oligohalines, stark limnisch geprägtes inneres Küstengewässer an der deutschen Ostseeküste mit starkem Flusswasserzufluss aus der Peene und der Oder.

Morphologie und Sedimente: Kleines Haff und Achterwasser bilden große, flache Becken, die durch den Peenestrom verbunden werden. Nach Norden setzt sich der Peenestrom bis zur Spandowerhagener Wiek fort. Dort mündet das Gewässer in den Greifswalder Bodden und fließt zwischen Ruden und Peenemünder Haken in die Ostsee. Zahlreiche seichte Buchten und Randseen säumen das gesamte Gewässer.

Die Vielfalt der ästuarinen Lebensräume mit breiten Flachwasserzonen, Nebenarmen und Randseen sowie Schilfflächen ist in der südlichen Ostsee einmalig. Achterwasser und Krumminer Wiek sind 3 bis 4 m tief, im zentralen Teil werden Wassertiefen von über 5 m erreicht. Stillwasserbereiche innerhalb des Peenestroms sowie die flachen Randseen sind vorrangig mit Schlick bedeckt, der häufig Schwefelwasserstoffgeruch verbreitet. Größere sandig-steinige Gebiete befinden sich im südlichen Achterwasser im Balmer See. In das Kleine Haff erstrecken sich mehrere Sandbänke von etwa 2 m Wassertiefe. Die Zusammensetzung der Sande tendiert strömungsabhängig von Feinsanden mit Anteilen von Schlick bis zu Grobsanden, Kies und Steinen. Das bis zu 9 m tiefe Fahrwasser wird größtenteils durch Unterhaltungsbaggerungen erhalten.

2 Zustand und Entwicklung des Makrozoobenthos

In dem Gewässersystem Kleines Haff - Peenestrom werden 4 Biozönosen gruppiert: Spandowerhagener Wiek, Peenestrom Nord, Achterwasser, Kleines Haff (Abb., Abb.). Sie unterscheiden sich vor allem aufgrund des Anteils von marin-euryhalinen Arten bzw. Süßwasserarten voneinander. Eine deutliche räumliche und zeitliche Variabilität der Besiedlungsstruktur ist von der Salinität abhängig. Bei starken Niederschlägen ist das Ästuar nahezu limnisch geprägt und bei Ostwetterlagen (hoher Luftdruck über dem Baltikum) herrschen nahezu Ostseebedingungen.

2.1 Das Makrozoobenthos der Teilgebiete des Peenestroms

2.1.1 Spandowerhagener Wiek

Beprobungen im Rahmen unterschiedlicher Projekte seit 1992 erbrachten in den Schlickböden der Spandowerhagener Wiek 45 benthische wirbellose Arten. Sie setzen sich

vorrangig aus marin-euryhalinen und Brackwasserarten zusammen (Tab. 1) und zeigen deutliche Beziehungen zur Faunenzusammensetzung des Greifswalder Boddens. Unter den 10 häufigsten Arten befinden sich 8 marin-euryhaline und Brackwasserarten und nur zwei limnische Arten. In Jahren mit hohem Oberwasserabfluss verschiebt sich die Zusammensetzung der benthischen Lebensgemeinschaft zugunsten der Süßwasserfauna durch einen Rückgang der marin-euryhalinen Arten. Z. B. fehlen dann die marin-euryhalinen Muschelarten (*Cerastoderma glaucum*, *Macoma balthica*, *Mya arenaria*) und verschiedene Kleinkrebse des Phytals (Isopoda, Amphipoda), die im Greifswalder Bodden in hohen Dichten vorhanden sind (GOSSELCK et al. 1999, SAVEDRAA 1989).

Artenreichste Gruppe sind die Annelida mit den Polychaeta und Oligochaeta, gefolgt von Krebsen und Weichtieren (Muscheln und Schnecken). Die Insekten sind u.a. durch die Chironomidae (Zuckmücken) vertreten, die jedoch nicht determiniert wurden (Abb. 1).

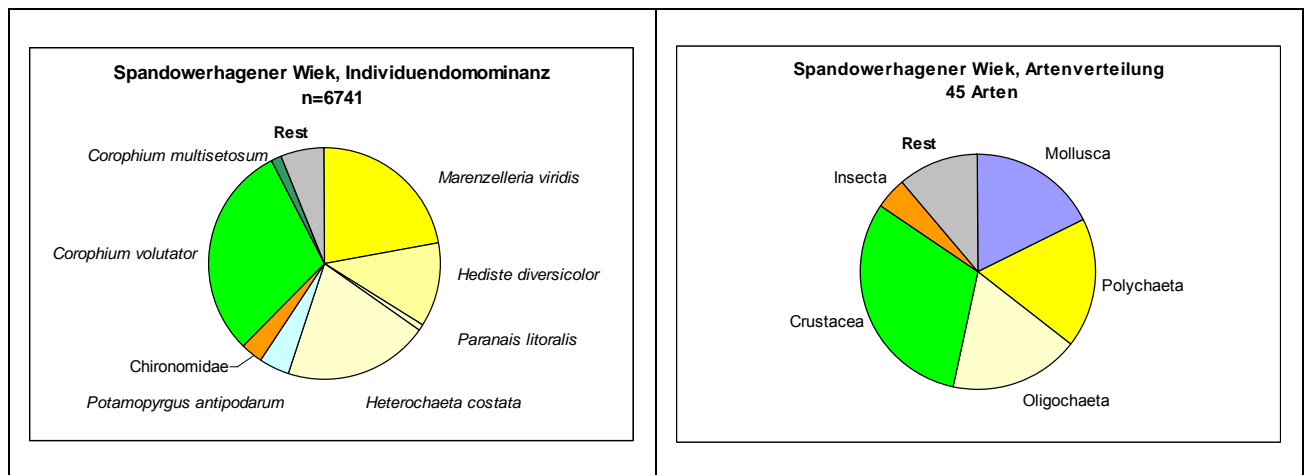


Abb. 1: Individuendominanz und Artenverteilung des Makrozoobenthos in der Spandowerhagener Wiek (35 Beprobungen)

Die mittlere Abundanz betrug 6741 Ind./m² und die mittlere Biomasse 13,6 g aFTM/m². Über 50 % der Individuen gehören zu den Polychäten und Oligochäten (in Abb. 1 gelb). Häufigste Art ist der Schlickkreb *Corophium volutator* mit > 2000 Ind./m². Der Polychät *Marenzelleria* ssp. erreichte durchschnittlich nahezu 1500 Ind./m² und der Oligochät *Heterochaeta costata* 1360 Ind./m². 20 Arten waren mit durchschnittlich weniger als 5 Tieren vertreten.

5 der 10 häufigsten Arten (Tab. 1) kamen in mehr als 50 % der Beprobungen vor, keine Art wurde regelmäßig nachgewiesen. Die ungleiche Verteilung der Arten in Zeit und Raum ist ein typisches Merkmal ästuariner Lebensräume mit einer hohen Variabilität der Umweltparameter. Die meisten Arten nutzen das reichliche Angebot an organischem Material als Suspensionsfresser und als selektive Substratfresser. Die omnivore Art *Hediste diversicolor* kann sich zusätzlich räuberisch und als Filtrierer ernähren. Rein räuberisch lebende Arten sind selten, nur das Taxum der Nemertini (Schnurwürmer) lebt vorrangig karnivor.

Tab. 1 Istzustand Spandowerhagener Wiek

Artenzahl	45	35 Beprobungen
Individuen/m²	6741	
Biomasse g afTM/m²	13,6	

Dominanz-Präsenz

Taxa	Präsenz	Ind./m²	Salinitätsbereich
<i>Corophium volutator</i>	34%	2038	marin-euryhalin
<i>Marenzelleria</i> ssp.	80%	1495	Brackwasser
<i>Heterochaeta costata</i>	54%	1356	Brackwasser
<i>Hediste diversicolor</i>	97%	782	marin-euryhalin
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	66%	293	limnisch
<i>Chironomidae</i>	29%	196	limnisch
<i>Corophium multisetosum</i>	6%	111	Brackwasser
<i>Paranais litoralis</i>	26%	68	marin-euryhalin
<i>Cyanophthalma obscura</i>	23%	60	marin-euryhalin
<i>Cyathura carinata</i>	67%	40	Brackwasser

Einfluss des Menschen: Im Bereich des Peenefahrwassers wurden Vertiefungen durchgeführt und das gesamte Ufer wurde eingedeicht. Über das große Einzugsgebiet der Oder und der Peene werden dem Gewässersystem hohe Nährstoffeinträge zugeführt.

Auswirkungen

- **der morphologischen Veränderungen:** Die Vertiefung des Peenefahrwassers führt zu einem erhöhten Wasseraustausch mit dem Greifswalder Bodden und mit der Ostsee. Die Folgen sind der Anstieg des mittleren Salzgehaltes und - ökologisch wichtiger - extremer Salzgehaltseignisse sowie der Exposition. Daraus ergibt sich eine Verschiebung der Besiedlungsstruktur zugunsten marin-euryhaliner Arten und Brackwasserarten, jedoch keine Veränderung der Artenzusammensetzung. Die bisherigen Auswirkungen sind als gering einzustufen, da die Salzgehaltsdifferenz zwischen Greifswalder Bodden und Spandowerhagener Wiek verhältnismäßig gering und die natürliche Variabilität sehr hoch ist.

- **der trophischen Veränderungen:** Die hohe Primärproduktion führt durch die Verschlechterung des Lichtklimas zum Rückgang der submersen Pflanzenbestände und damit zum Rückgang der Phytalfauna. Das Ausmaß des trophiebedingten Rückgangs ist jedoch wegen fehlender Daten nicht zu bestimmen. Die

Spandowerhagener Wiek zeichnet sich derzeit „durch sehr geringen Makrophytenbewuchs aus“ (KÜSTER 1997, eigene Untersuchungen).

2.1.2 Peenestrom Nord

Beprobungen im Rahmen unterschiedlicher Projekte seit 1992 erbrachten in den Schlickböden des nördlichen Peenestroms 57 Arten (Tab. 2). Das über einen langen Zeitraum gemittelte Artenspektrum unterscheidet sich nur unwesentlich von dem der Spandowerhagener Wiek. Die marin-euryhalinen Arten dringen bei Ostwetterlagen mit dem Ostseewasser bis zum Achterwasser vor. Jedoch unterscheiden sich Dominanzverhältnisse und Vorkommen (Präsenz) deutlich von der Spandowerhagener Wiek zugunsten der limnischen Arten. Unter den 10 häufigsten Arten befinden sich 5 limnische Arten (Insektenlarven, Süßwasserschnecken, Oligochaeten).

Das Artenspektrum wird von *Marenzelleria* ssp. sowie von Insektenlarven geprägt. Der limnische Artenanteil überwiegt (Tab. 2). Vereinzelt kamen Bänke der Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* vor, die mit einer artenreichen Begleitfauna besiedelt waren. Die Artenzahlen auf *Dreissena*-Bänken lagen zwischen 12 und 15 Arten und in Schlickböden ohne *D. polymorpha* bei 2-9 Arten. Die mittlere Abundanz betrug 1919 Ind./m² und die Biomasse erreichte einen Durchschnittswert von 2,6 g afTM (67,5 % *D. polymorpha*). Einige Oligochaeten und *Marenzelleria* ssp. kamen im gesamten Gebiet vor (38 % Präsenz). Vom Ernährungstyp her waren die Substratfresser in der Mehrheit.

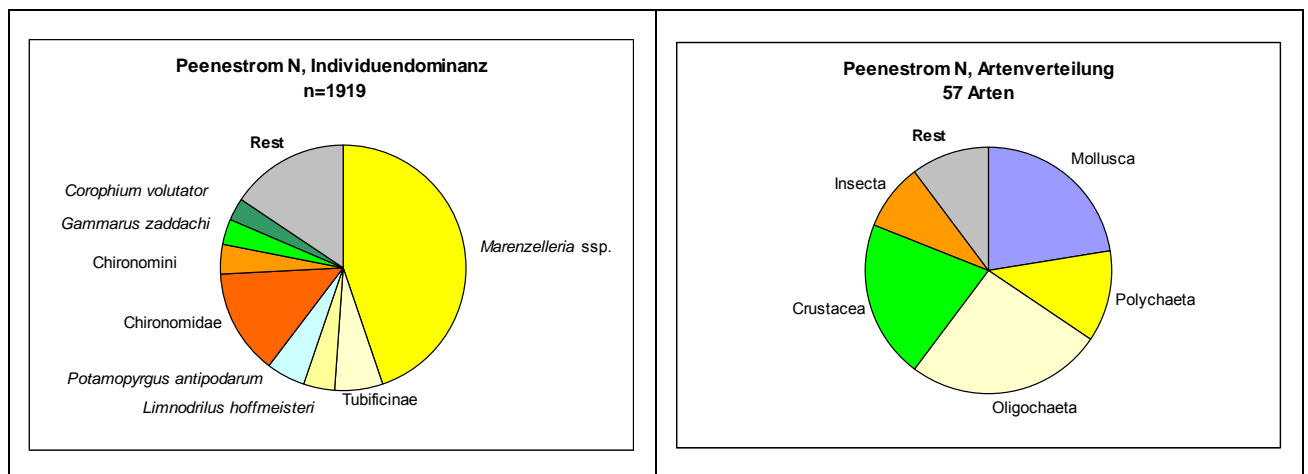


Abb. 2: Individuendominanz und Artenverteilung des Makrozoobenthos im Peenestrom Nord (91 Beprobungen)

Tab. 2 Istzustand Peenestrom Nord

Artenzahl	57	77 Beprobungen
Individuen/m²	1919	
Biomasse g afTM/m²	2,6	

Dominanz-Präsenz

Taxa	Präsenz	Ind./m²	Salinitätsbereich
<i>Marezzelleria</i> ssp.	37%	873	Brackwasser
<i>Chironomidae</i>	54%	270	limnisch
<i>Tubificinae</i>	56%	126	limnisch
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	55%	97	limnisch
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	56%	82	limnisch
<i>Chironomini</i>	40%	75	limnisch
<i>Gammarus zaddachi</i>	13%	66	marin-euryhalin
<i>Corophium volutator</i>	23%	61	marin-euryhalin
<i>Corophium lacustre</i>	18%	37	Brackwasser
<i>Hediste diversicolor</i>	33%	33	marin-euryhalin

Einfluss des Menschen: Das Fahrwasser wurde vertieft und die Ufer wurden eingedeicht, über die Oder und die Peene sowie weitere Zuflüsse werden große Nährstoffmengen eingetragen.

Auswirkungen

- **der morphologischen Veränderungen:** Der Anstieg des Salzgehaltes und der Exposition wirkt sich in diesem Bereich nur noch sehr gering aus. Das zeitweilige Eindringen marin-euryhaliner Arten bis zur Krumminer Wiek wird schon von NEUHAUS (1933) beschrieben. Er wertet die Verbreitung marin-euryhaliner Arten über den gesamten Peenestrom bis in das Kleine Haff als Auswirkung des erhöhten Wasseraustausches mit der Ostsee. In aktuellen Untersuchungen (FENSKE 2003, GÜNTHER et al. 1995, MASLOWSKI 1993, IFAÖ) wurden verschiedentlich marin-euryhaline Arten (*Corophium volutator*, *Gammarus salinus*, *G. zaddachi* und *Balanus improvisus*) bis in das Kleine Haff nachgewiesen.
- der trophischen Veränderungen: Rückgang der submersen Pflanzenbestände durch Verschlechterung des Lichtklimas und damit Rückgang der Phytafauna.

2.1.3 Achterwasser

Beprobung im Rahmen unterschiedlicher Projekte seit 1992 erbrachten in den Schlickböden des Achterwassers 32 Arten (Tab. 3). Das über einen langen Zeitraum gemittelte Artenspektrum unterscheidet sich deutlich von der Spandowerhagener Wiek und vom Peenestrom Nord. Marin-euryhaline Arten sind zwar zeitweise vorhanden, erreichen aber nur geringe Abundanz- und Präsenzwerte. Die Zahl der marin-euryhalin geprägten Taxa Polychaeta und Crustacea geht zurück. Die Kleinkrebse (*Gammarus*, *Corophium*, *Cyathura*) wurden nur sporadisch und in geringer Zahl nachgewiesen. Deutlich unterscheiden sich die Dominanzverhältnisse von den boddennäheren, nördlichen Gebieten des Peenestroms. Die Fauna des Achterwassers setzt sich vorrangig aus limnischen Arten zusammen. Oligochäten und Süßwasserschnecken dominieren (Abb. 3).

Die mittlere Abundanz betrug 1340 Ind./m² und die Biomasse erreichte einen Durchschnittswert von 1 g afTM (74 % *D. polymorpha*). Auf 88 % der Beprobungen wurden Zuckmückenlarven (Chironomidae) nachgewiesen, die restlichen Arten kamen in weniger als 32 % der Beprobungen vor. Vom Ernährungstyp her waren die Substratfresser in der Mehrheit.

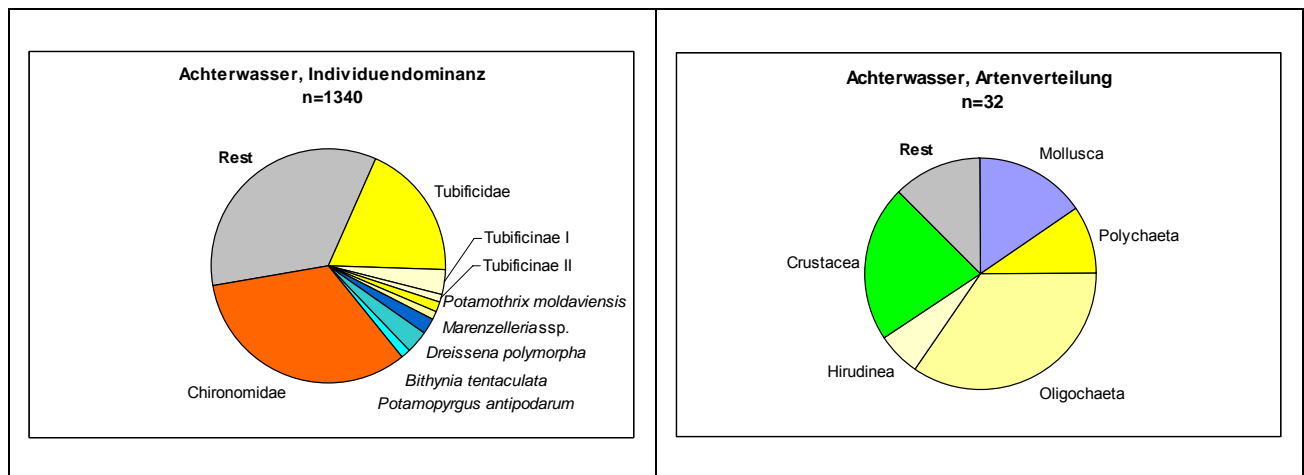


Abb. 3: Individuendominanz und Artenverteilung des Makrozoobenthos im Achterwasser (81 Beprobungen)

Tab. 3 Istzustand Achterwasser

Artenzahl	32	25 Beprobungen
Individuen/m²	1340	
Biomasse g afTM/m²	0,9	

Dominanz-Präsenz

Taxa	Präsenz	Ind./m²	Salinitätsbereich
Chironomidae	88%	437	limnisch
Tubificidae	12%	251	limnisch
Tubificinae I	32%	45	limnisch
<i>Bithynia tentaculata</i>	12%	39	limnisch
<i>Dreissena polymorpha</i>	4%	29	limnisch
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	28%	18	limnisch
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	32%	17	limnisch
<i>Marenzelleria</i> ssp.	8%	16	Brackwasser
Tubificinae II	28%	15	limnisch
<i>Valvata piscinalis</i>	24%	10	limnisch

Einfluss des Menschen: Fahrwasservertiefungen und Eutrophierung.

Auswirkungen

- **der morphologischen Veränderungen:** Das Fahrwasservertiefungen zu den kleinen Häfen am Achterwasser dürften sich auf die benthischen Lebensgemeinschaften kaum auswirken
- **der trophischen Veränderungen:** Rückgang der submersen Pflanzenbestände durch Verschlechterung des Lichtklimas und damit Rückgang der Phytalfauna.

2.2 Das Makrozoobenthos des Kleinen Haffs

Beprobung im Rahmen unterschiedlicher Projekte seit 1992 erbrachten im Kleinen Haff 62 Arten (Tab. 4). Das über einen langen Zeitraum gemittelte Artenspektrum unterscheidet sich deutlich von den nördlichen Abschnitten des Peenestroms sowie dem Achterwasser und der Spandowerhagener Wiek. Eine limnisch geprägte Fauna aus Insektenlarven, Oligochäten, Egel und Süßwasserschnecken dominiert. Unter den 10 häufigsten Arten befinden sich 9 limnische Taxa (Insektenlarven, Süßwasserschnecke, Oligochäten) und eine Brackwasserart (*Marenzelleria* ssp.) (Abb. 4). Jedoch dringen bei Salzwassereinbrüchen auch marin-euryhaline und Brackwasserarten, die in der Spandowerhagener Wiek und im Greifswalder Bodden heimisch sind, in das Kleine Haff ein (Tab. 5, Abb.5). In Abb.5 ist der Salzgehalt im

Zeitraum von 1990 – 1996 aus monatlichen Messungen (LUNG M-V) dargestellt. 1990/91 kam es zu mehreren Salzwassereintrüben. Benthosuntersuchungen fanden erst 1992 statt. Sie zeigten, dass in diesem Zeitraum eine Besiedlung des Kleinen Haffs mit zahlreichen marin-euryhalinen und Brackwasserarten stattgefunden hat (Tab. 5). Diese Arten zählen zum charakteristischen Artenspektrum des Greifswalder Boddens, einer flachen Meeresbucht mit gutem Wasseraustausch mit der Ostsee, deren hydrografische Bedingungen einer vergleichsweise geringen Variabilität unterliegen. Die normale Variabilität des Ostseeästuars (und nicht nur der Tideästuar) überschreitet aber die Salz-Toleranzbereiche der meisten Arten des β -mesohalinen Salztyps. Sie siedeln im Peenestrom, Achterwasser und im Kleinen Haff nur unter extremen Bedingungen, d.h. Ostwetterlagen mit hohem Salzgehalt. Die Polychäten der Gattung *Marenzelleria*, aus Nordamerika in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts eingewanderte Arten, besiedeln als einzige Brackwasserart den gesamten Bereich des Oderästuars.

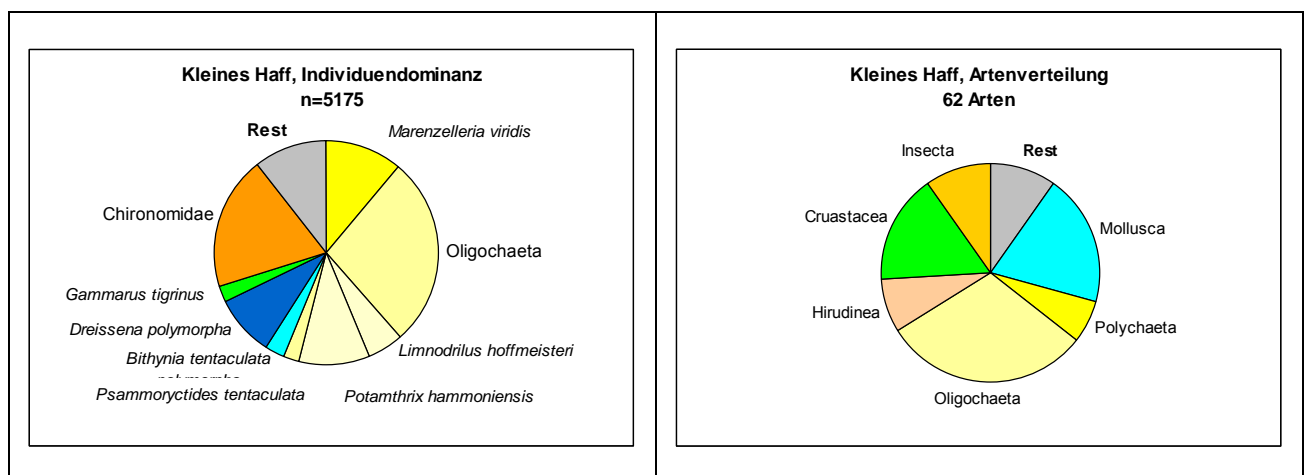


Abb. 4: Individuendominanz und Artenverteilung des Makrozoobenthos des Kleinen Haffs (483 Beprobungen)

Tab. 4 Istzustand im Kleinen Haff

Artenzahl	62	483 Beprobungen
Individuen/m ²	5175	
Biomasse g afTM/m ²	2,8	

Dominanz-Präsenz

Taxa	Präsenz	Ind./m ²	Salinitätsbereich
Oligochaeta	59%	1422	limnisch
Chironomidae	49%	996	limnisch
<i>Marenzelleria</i> ssp.	17%	571	Brackwasser
<i>Potamothrix hammoniensis</i>	27%	538	limnisch
<i>Dreissena polymorpha</i>	12%	452	limnisch
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	16%	259	limnisch
<i>Bithynia tentaculata</i>	13%	148	limnisch
<i>Gammarus tigrinus</i>	6%	122	limnisch
<i>Psammoryctides albicola</i>	6%	115	limnisch
<i>Asellus aquaticus</i>	3%	93	limnisch

Tab. 5 Marin-euryhaline und Brackwasserarten im Kleinen Haff

Arten	Präsenz	Ind./m ²
Mollusca, Muscheln		
<i>Cerastoderma glaucum</i>	1%	1
<i>Mya arenaria</i>	1%	6
<i>Macoma balthica</i>	1%	1
Polychaeta, Meeresborstenwürmer		
<i>Streblospio shrubsoli</i>	1%	6
<i>Hediste diversicolor</i>	2%	3
<i>Pygospio elegans</i>	1%	3
Crustacea, Krebse		
<i>Cyathura carinata</i>	1%	1
<i>Idotea chelipes</i>	< 1%	< 1
<i>Neomysis integer</i>	4%	3
<i>Gammarus duebeni</i>	< 1%	1
<i>Gammarus salinus</i>	4%	11
<i>Gammarus zaddachi</i>	4%	17
<i>Corophium volutator</i>	< 1%	1

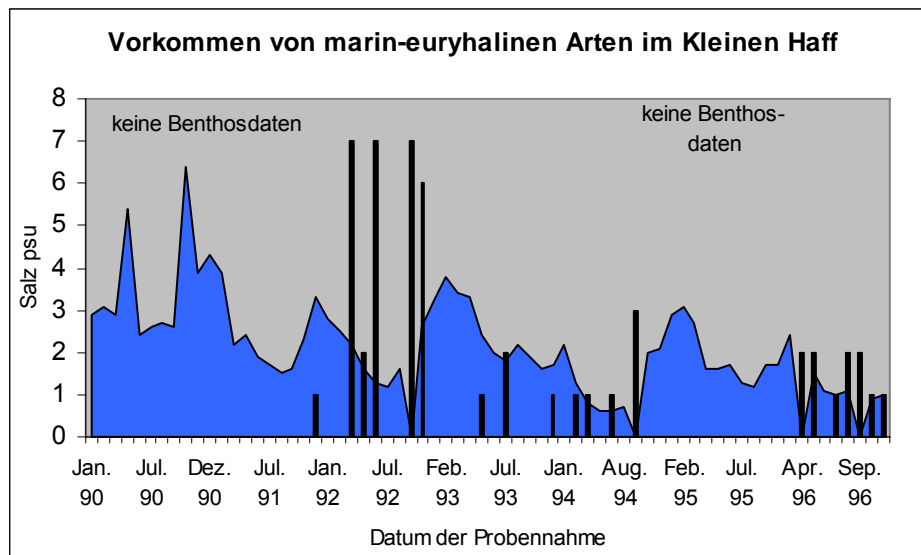


Abb. 5: Nach Salzwassereinbrüchen 1990 und 1991 nahm die Zahl der marin-euryhaline Arten im Kleinen Haff zu (siehe Tab. 5).

Auf den Sandbänken des Kleinen Haffs haben sich Bänke der Dreikantmuscheln angesiedelt. Die Abundanz erreichte über 10000 Ind./m² und die Biomasse einen hohen Wert von 500 g aFTM. Die *Dreissena*-Bänke bilden eine wichtige Substratstruktur, die sich gegenüber den Sand- und Schlickböden durch eine artenreiche Fauna auszeichnen. So wurden auf *Dreissena*-Bänken über 20 000 Ind./m² *Marenzelleria viridis* und über 11 000 Ind./m² Flohkrebse (Gammaridae) nachgewiesen (HENSEL 1994, FENSKE 2003). Neben den Substratfressern kommen mit mehreren Arten und in beträchtlichen Dichten die räuberischen Hirudinea (Egel) sowie *D. polymorpha* als filtrierende Art hinzu.

Einfluss des Menschen: Das Fahrwasser wurde vertieft und die Ufer wurden eingedeicht. Über die Oder werden große Nährstoffmengen eingetragen.

Auswirkungen

- **der morphologischen Veränderungen:** Der Salzgehalt steigt geringfügig an und dringt weiter flussaufwärts und öfter bis in das Kleine Haff vor. Damit erhöht sich die Anzahl marin-euryhaliner Arten und Brackwasserarten. Die bisherigen Auswirkungen sind als gering einzustufen, denn die marin-euryhalinen Arten besiedeln zwar verstärkt das Kleine Haff, sie kommen aber weiterhin nur unter extremen hydrographischen Bedingungen vor. Die Vertiefung der Fahrrinnen bewirkt weiterhin eine erhöhte Sedimentdrift (FENSKE 2003). Damit wird die wichtige Funktion des Vorfluters für die Ostsee beeinträchtigt.

- **der trophischen Veränderungen:** Rückgang der submersen Pflanzenbestände durch Verschlechterung des Lichtklimas und damit Rückgang der Phytalfauna. Die derzeitige untere Makrophytengrenze liegt bei etwa 1 m.

Als Folge der Eutrophierung wird weiter die Verschlechterung der Sedimentqualität angesehen, die zu einer Artenverarmung führte. Organisches Material wird in den Sedimentationszonen angereichert, so dass Sauerstoffmangel begünstigt wird.

Die von NEUHAUS (1933) und NEUBAUR (1927) beschriebene Gemeinschaft, die von Tubificiden und Chironomiden (*Chironomus plumosus*-Gruppe) dominiert wird, in der jedoch im „ganzen Stettiner Haff“ eine Reihe von Mollusken (*Radix auricularia*, *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Sphaerium* ssp., *Pisidium* ssp., *Unio*, *Anodonta*) und *C. curvispinum* vorkamen, existiert nicht mehr. Unterschiedliche Besiedlungsstrukturen führt NEUHAUS (1933) auf die „Zusammensetzung des Bodenschlamm“ zurück. Er beschreibt den „Haffschlick“ als eine „aus sehr feinen organischen Resten bestehende, tonhaltige, geruchlose Masse, in der verhältnismäßig wenig gröbere Zellulosebestandteile vorhanden sind.

MASLOWSKI (1993) weist über einen Vergleich der Ergebnisse von Untersuchungen in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts mit aktuellen Aufnahmen einen deutlichen Biomassezuwachs des Makrozoobenthos aus, den er auf die höhere Biomasseproduktion zurückführt. OSADCZUK & WAWRZYNIAK (1998) führen die Artenarmut und die Dominanz von Abundanz und Biomasse der Tubificiden und Chironomiden als eine deutliche Indikation „of the strong eutrophication“ des Großen Haffs an und übertragen ihre Ergebnisse auf die übrigen Gewässer des Oderästuars. In einem Vergleich mit Untersuchungen vor der wachsenden Eutrophierung (1960) zeigen die Autoren die Zunahme von Abundanz und Biomasse der beiden Taxa.

MASLOWSKI (1993) weist weiter einen Rückgang der *Dreissena*-Vorkommen aus, den er ebenfalls auf die Folgen der Eutrophierung zurückführt.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass sich im Kleinen Haff eine typspezifische, limnische benthische Wirbellosenfauna des β -Oligohalinikums etabliert hat, in die zeitweise einige marin-euryhaline Arten eindringen. Bänke der Wandermuschel (*D. polymorpha*) dienen zahlreichen benthischen Wirbellosen als Substrat und stellen die artenreichsten Biotopstrukturen im Kleinen Haff dar. Schlickböden werden von einer verarmten Fauna aus Oligochaeten und Chironomiden besiedelt. Die ursprünglich hier vorkommenden Mollusken und Crustaceen sind offenbar wegen ungünstiger Sedimentbedingungen zurückgegangen.

Eine detaillierte historische Analyse der Makrofauna des Stettiner Haffs nimmt RÖDIGER (2003) vor, auf die an dieser Stelle verwiesen wird.

3 Zustand und Entwicklung des Makrophytobenthos

Die Makrophyten eines Küstengewässers gelten als sensibler Indikator von Eutrophierungsprozessen. Die Erfassung und weitergehende Beobachtung ihrer Bestände ermöglicht eine Beurteilung von ökologischen Entwicklungsprozessen. Die umfassende Analyse des Bedeckungsgrades des Gewässergrundes mit submersen Pflanzen lässt dabei in besonderem Maße Aussagen über eine Bestandsentwicklung zu (BARTELS & KLÜBER 1998).

Die umfangreichsten Betrachtungen zur historischen Veränderung des Bestandes submerser Makrophyten liegen für den Greifswalder Bodden vor. Da der Greifswalder Bodden zur Odermündungsregion gehört (Projektgebiet), wird hier eine Darstellung für den Bodden mit vorgenommen. Dabei ist zu beachten, dass sich die ökologischen Verhältnisse von Greifswalder Bodden und Oderhaff einschließlich Peenestrom deutlich unterscheiden und demnach die Aussagen für den Greifswalder Bodden nicht bzw. nur bedingt auf die inneren Ästuarbereiche übertragbar sind.

3.1 Das Makrophytobenthos des Kleinen Haffs und des Peenestroms

3.1.1 Aktueller Zustand der Makrophyten im Haff und Peenestrom

Eine aktuelle Erfassung von Makrophyten im Kleinen Haff und Peenestrom liegt lediglich für die ufernahen Laichschongebiete aus der Zeit 1997/1998 vor (GOSSELCK et al. 1999). Die Ergebnisse von GOSSELCK et al. (1999) werden nachfolgend kurz dargestellt (ausführlich im Anhang 1):

Makrophyten des Fischereibezirks Stettiner Haff 01

Das Haff und die Randgewässer werden durch einen dichten und teilweise breiten Schilfgürtel umgeben, der seewärts Buchten bildet und dem Schilf- und Simseninseln vorgelagert sind. Die eigentliche Küstenlinie wird durch die Buchten und vorgelagerten Schilfinseln erheblich verlängert.

Die Laichschongebiete des Stettiner Haffs und seiner Randgewässer sind mit Ausnahme der Anklamer Fähre makrophytenarm. Lediglich in den küstennahen, flachen Zonen kommen verschiedene Laichkräuter in dichteren Beständen vor. Weiter wurden hier einzelne Pflanzen der Kanadischen Wasserpest und des Gemeinen Hornblatts nachgewiesen. (GOSSELCK et al. 1999)

Makrophyten des Fischereibezirks Peenestrom 02

Der größere Teil der Laichschongebiete im Peenestrom ist mit einem Gürtel von Schilf unterschiedlicher Ausdehnung umgeben. Vor dem Schilf befinden sich teilweise Inseln der Teichsimse, durch die die Uferlinie verlängert wird.

Charakteristisch für den Fischereibezirk sind Laichkräuter. Das Kammlaichkraut ist die häufigste Art. Erwähnenswert ist das häufige Vorkommen des Nixkrautes. Verschiedentlich befinden sich im Flachwasserbereich auf den Gefäßpflanzen epiphytische Algen (z. B. der Darmtang *Enteromorpha intestinalis*). Im Freesendorfer See kommen Bestände des Brackwasserhahnenfußes (*Ranunculus baudotii*) vor.

Der Bedeckungsgrad ist unterschiedlich und wird im Kartenmaterial und im Textteil der einzelnen Laichschongebiete in GOSSELCK et al. 1999 detailliert beschrieben. In mehreren Gebieten erreicht er hohe Dichten (über 50 %). Damit unterscheidet sich der Fischereibezirk Peenestrom vom Stettiner Haff, das mit einigen Ausnahmen makrophytenarm war. (GOSSELCK et al. 1999)

Anhand der zusammenfassenden Beschreibung für die Fischereibezirke sowie der detaillierten Darstellung für die Laichschongebiete in Anhang 1 kann abgeleitet werden, dass Makrophyten im Kleinen Haff und im Peenestrom nur in einigen Abschnitten im schmalen

Ufersaum und geschützten Buchten vorzufinden sind. Da sich die Durchlichtungsbedingungen vom Peenestrom zum Haff etwas verringern, ist im Haff auch eine reduzierte Makrophytenverbreitung festzustellen. Für den Peenestrom werden teils Bewuchsgrenzen bis in eine Wassertiefe von 1 m bis maximal 1,5 m für weniger exponierte Ufer- und Buchtenbereiche angegeben. In exponierten Uferabschnitten fehlt in der Regel ein Bewuchs oder ist nur fleckig bis in Wassertiefen von deutlich weniger als 1 m gegeben. Im Haff liegen die Bewuchsgrenzen scheinbar bei weniger als 0,5 m Wassertiefe und können in gering exponierten Arealen auch 0,8 m bis maximal 1,0 m Wassertiefe erreichen.

Im Rahmen einer Substratkartierung im Kleinen Haff hat DUMKE (2001) ebenfalls Makrophyten erfasst und folgende aktuelle Tiefenverteilung submerser Makrophyten vor der Röhrichtzone ermittelt:

0,5 – 1,5 m: Kamm-Laichkraut

1,0 – 1,5 m: Kamm-Laichkraut + Durchwachsenes Laichkraut

1,0 – 2,0 m: Durchwachsenes Laichkraut

Damit verweist DUMKE (2001) auf eine maximale Bewuchsgrenze von 2 m Wassertiefe, wobei die Makrophyten weiter außerhalb des schützenden Röhrichtgürtels lediglich Bestandflecken ausgebildet hatten. Außerdem wird eine differenzierte Ausbildung der Submersvegetation für die reichhaltigen Stillwasserbereiche der mehrgliedrigen Röhrichtzone und die artenarmen Makrophytenbestände im Flachwasser vor der Röhrichtzone, wo die Arten *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton perfoliatus* dominieren, herausgestellt. Die artenreicheren Stillwasserzonen innerhalb des Röhrichtgürtels mit Krausem Laichkraut (*Potamogeton crispus*), Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*), Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), Spitzblättrigem Laichkraut (*Potamogeton acutifolius*), See und Teichrosen (*Nymphaea alba* und *Nuphar lutea*) wurden an der Südküste des Haffs vorgefunden und wiesen teils hohe Deckungsgrade auf.

Insgesamt konnte ermittelt werden, dass geschlossene Phytalbestände hauptsächlich in einzelnen, weitestgehend abgeschlossenen Buchten (z.B. Usedomer See) ausgebildet sind, wo infolge des geringen Salzwassereinflusses limnische Arten zunehmend bestandsbildend sind. Ansonsten sind Makrophyten in der Regel nur fleckenhaft in ruhigen Schilfbuchten und Ufersäumen anzutreffen. Außerhalb der Buchten können manchmal, insbesondere im Peenestrom, einzelne Bestandsflecken beobachtet werden. Die sandigen Schaarflächen des Haffs weisen aktuell keine Makrophytenbestände auf.

Einen Überblick über die im Peenestrom und dem Kleinen Haff vorkommenden Makrophytenarten gibt Tab. 6.

Tab. 6 Artenliste der Makrophyten der Laichschongebiete des Kleinen Haffs und des Peenestroms nach GOSSELCK et al. (1999) sowie ergänzt anhand einer Aufnahme des IfAÖ im Peenestrom im Jahr 2006

Artenliste der Makrophyten der Laichschongebiete des Kleinen Haffs und des Peenestroms nach GOSSELCK et al. (1999) sowie ergänzt anhand einer Aufnahme des IfAÖ im Peenestrom im Jahr 2006	
<i>Ceramium diaphanum</i>	Horntang
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Gemeines Hornblatt
<i>Chaetomorpha linum</i>	Borstenhaar
<i>Cladophora glomerata</i>	Fadenalge
<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Darmalge
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Froschbiß
<i>Mougeotia spec.</i>	Plattenalge
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähren-Tausendblatt
<i>Najas marina ssp. intermedia</i>	Nixkraut
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose
<i>Nymphaea alba</i>	Weißer Seerose
<i>Oedogonium spec.</i>	Kappen-Grünalge
<i>Potamogeton acutifolius</i>	Spitzblättriges Laichkraut
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut
<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut
<i>Potamogeton lucens</i>	Spiegelndes Laichkraut
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut
<i>Potamogeton perfoliatum</i>	Durchwachsenblättrigen Laichkrautes
<i>Pyralayella litoralis</i>	
<i>Ranunculus baudotii</i>	Brackwasser-Hahnenfuß
<i>Ruppia maritima</i>	Meeres-Salpe
<i>Schoenoplectetus lacustris</i>	Gemeine Teichsimse
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	Teichlinse
<i>Spirogyra spec.</i>	Schraubenalge
<i>Zannichellia palustris</i>	Sumpf-Teichfaden
<i>Zygnema spec</i>	Fadenalge / Sternalge

3.1.2 Historische Entwicklung der Makrophyten im Haff und Peenestrom

Kurze Hinweise zum Bestand submerser Makrophyten im Oderästuar in der Geschichte finden sich lediglich bei BRANDT (1896/97), NEUBAUR (1927), Neuhaus (1933) sowie HOLTZ (1892). BRANDT (1896/97) beschreibt, „dass der Küstensaum bis zur Wassertiefe von 2 m hinab mit Binsen, Potamogeton und anderen Wasserpflanzen bestanden ist. Zwischen denselben und weiterhin nach der Tiefe fand sich, soweit der feste Grund reicht, ein sehr reiches und zugleich ziemlich mannigfaltiges Thierleben. Des Weiteren enthält BRANDT (1896/97) eine kartografische Darstellung von Flächen, die mit Pflanzen bewachsen sind, für das Große Haff östlich des Piastowski-Kanals. In der Karte sind Schaar- und ufernahe Gebiet bis ca. 2 m Wassertiefe wie der Krickser Haken (südlich des Swine-Deltas), der Wolliner Schaar und das Ufer zwischen Neuwarper See und der Odermündung als Standorte mit Makrophyten verzeichnet. Diese Angaben lassen vermuten, dass auch die Schaarflächen des Haffs, die vor allem im Übergangsbereich zwischen Kleinem und Großem Haff größere Flächenanteile einnehmen, Phytalbestände aufwiesen. Diese Annahme bekräftigen Anmerkungen von Neuhaus (1933), der hervorhebt, dass „die sich längs dem Ufer hinziehenden flachen Schaare mit ihrer guten Durchlichtung und Durchwärmung wesentlich zum Wachstum der niederen Lebewesen und höheren Pflanzen und Tiere“ beitragen¹. An einer Fundstelle auf dem Krickser Haken konnte NEUBAUR (1927) sogar Chara als vorherrschenden Bestand erfassen. YOUSEF et al. (2001) verweist ebenfalls auf einen historischen Nachweis von Characeen von HOLTZ (1892) in der Krumminer Wiek. Nach diesen Angaben kann von einer historische Verbreitung von Armleuchteralgen im Oderästuar ausgegangen werden.

Für weitere vergangene Zeiträume liegen keine verwertbaren Aussagen zum Phytalbestand im Haff und Peenestrom vor.

3.2 Das Makrophytobenthos des Greifswalder Boddens

3.2.1 Aktueller Zustand der Makrophyten des Greifswalder Boddens

Die dominierenden Pflanzenbestände des Greifswalder Boddens werden von submersen Blütenpflanzen gestellt. In dichten, flächendeckenden Beständen kommen die Brackwassertauchfluren (*Ruppia maritima*) in allen lenitischen Flachwasserbereichen von der Uferlinie bis etwa 2,3 m Wassertiefe vor. Sie setzen sich aus Kammlaichkraut *Potamogeton pectinatus* und Teichfaden *Zannichellia palustris* sowie Brackwasserhahnenfuß

¹ An anderer Stelle bemerkt NEUHAUS (1933), dass die reichlich entwickelte Uferpflanzenwelt an der Erzeugung von Fischnahrung hervorragend beteiligt ist.

Ranunculus peltatus ssp. *baudotii*, Tausendblatt *Myriophyllum spicatum* und einigen weiteren brackwassertoleranten Arten zusammen.

Hartböden sind im Flachwasserbereich mit Grünalgen bewachsen, die sich vor allem aus Darmalgen der Gattung *Enteromorpha* zusammensetzen. Alle anderen epilithischen Algengemeinschaften (Grün und Rotalgen, Blasentang *Fucus vesiculosus*,) kommen sowohl im Flachwasser als auch in größeren Tiefen vor. Gabeltang *Furcellaria lumbricalis* ist vorrangig in tieferen Bereichen ab etwa 3 m anzutreffen. Gabeltang und Blasentang bilden in den Rügensch Bodden neben den festsitzenden auch schwimmende Formen, die in dichten Matten in Senken und Buchten über dem Boden liegen.

Seegras besiedelt die exponierten Sandflächen, solange die Sedimente nicht starken Umlagerungen unterliegen. Bedeutende Bestände kommen an den Mündungen der Buchten (Having, Hagensche Wiek) und auf der Boddenrandschwelle vor.

Die Unterwasservegetation ist in den Randgewässern und seichten Buchten des Greifswalder Boddens mit etwa 40 Arten vertreten (BLÜMEL et al. 2002). Der Makrophytenbewuchs erreicht an der Südküste etwa 2,3 m und an der Nordküste 5-6 m Wassertiefe.

BARTELS & KLÜBER (1998) kartierten die vertikalen Bewuchsgrenzen des Makrophytobenthos im Greifswalder Boddens in den 90er Jahren. Ihre Analyse basierte auf Luftbilddauswertungen von Befliegungen in den Jahren 1990, 1994 und 1995 sowie Videotransekten aus den Jahren 1996/97 (RAMBOW 1994, VIETINGHOFF et al. 1995, BARTELS & KLÜBER 1998). Im Ergebnis ihrer Untersuchung bestätigten sich im Wesentlichen die früheren Befunde von GEISEL (1986) aus dem Jahre 1985 (Tab. 7). In den Jahren 2002/2003 führte das IfAÖ weitere Videountersuchungen im Rahmen verschiedener Projekte durch.

Tab. 7 Untere Verbreitungsgrenze der *Zostera-marina*-Gesellschaft einzelner Gewässerabschnitte im EU-Vogelschutzgebiet Greifswalder Bodden (nach Angaben von SCABELL 1988, KORICH 1993, RAMBOW 1994, VIETINGHOFF 1995, BARTELS & KLÜBER 1998)

Gewässerabschnitt	untere Bewuchsgrenze
Greifswalder Oie	5 m
Boddenrandschwelle nördlich der Insel Ruden	5 m
Schumacher Grund und Großer Stubber	4 m
Südperd bis Zickersches Höft	4 m
Hagensche Wiek und Having	3 m
Stresower Bucht bis Lauterbach	4 m
Insel Vilm	4 m
Lauterbach bis Zudar	3 m
Strelasund	3 m

Gewässerabschnitt	untere Bewuchsgrenze
Riems/Koos bis Wampener Riff	3 m
Ausgang Dänische Wiek bis Lubmin	3 m
Lubmin-Fresendorfer Haken-Ruden	2,5 m
Boddenrandschwelle südlich der Insel Ruden	3 m

Der Deckungsgrad der Makrophyten der Küstenabschnitte des Greifswalder Boddens beträgt noch immer ca. 20 %. Weitgehend unbekannt ist nach wie vor die Verbreitung von Seegraswiesen im Bereich der Boddenrandschwelle zwischen den Inseln Ruden und Greifswalder Oie. Sie variiert dort wohl zwischen 3 m Tiefe im Süden (Ausstrombereich der stark mit Nährstoffen belasteten Peene) und 5 m Tiefe im Norden dieses Gewässerabschnittes (SCABELL 1988, VIETINGHOFF 1995).

3.2.2 Historische Entwicklung der Makrophyten des Greifswalder Boddens

Im Greifswalder Bodden und seinen Nebengewässern wurden seit 1850 ca. 40 Makrophytenarten nachgewiesen. BLÜMEL et al. (2002) geben eine aktuelle Gesamtübersicht. Die Artenliste im Anhang 2 wurde aus den Arbeiten von BLÜMEL et al. (2002), VIETINGHOFF (1995) und Daten des IfAÖ zusammengestellt (IfAÖ 2004).

Die mehr beschreibenden Darstellungen des historischen Zustandes mehrerer Autoren vom Anfang des 20. Jahrhunderts (REIBISCH 1904, HENKING 1904, SEIFERT 1938) weisen darauf hin, dass in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts ein stärkerer Bewuchs mit submersen Makrophyten im Greifswalder Bodden vorzufinden war. Um Fehlinterpretationen für die wenigen vorliegenden Aussagen vorzubeugen, werden die wichtigsten Textabschnitte dieser Quellen nachfolgend zitiert. REIBISCH (1904) schreibt: „Der Charakter der Fauna des Greifswalder Boddens ist bedingt durch die ganz außergewöhnlichen Mengen von festsitzenden Pflanzen, besonders von Rotalgen, die wohl nirgends im Bodden gänzlich fehlen, stellenweise aber einen so dichten Rasen bilden, dass selbst die großen, scharf fischenden Schleppnetze denselben nicht durchdringen können. Das gilt auch dann noch, wenn ein Teil der häufigsten Rotalge *Fastigiaria furcellata*², in der nicht angehefteten Form *aegagropila* vorhanden ist. Denn diese liegt ebenfalls dicht über dem Boden, und die fischenden Kanten der Netze werden sehr bald völlig von ihr eingehüllt, sodass die Netzöffnung hierdurch immer weiter vom Boden abgehoben wird. Eine ähnlich dichte Bewachsung kommt sonst in der Ostsee fasst nur an ganz schmalen Küstenstreifen und gelegentlich auf kleinen, weiter von der Küste entfernten Orten vor, wie beispielsweise auf

² *Furcellaria fastigiata* sowie *Fastigiaria furcellata* sind synonyme Bezeichnungen für *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux

den flachsten Stellen der Oderbank.“ Vergleichbare Aussagen nimmt HENKING (1904) vor: „Es zeigte sich der Greifswalder Bodden in seiner ganzen Ausdehnung, soweit die Netze zur Anwendung kamen, mit einem recht dichten Rasen einer dauernden Vegetation bedeckt. Der Rasen bestand hauptsächlich aus Rotalgen und einer Reihe höherer Gewächse. Die Hauptformen, nämlich *Fastigiaria*, *Zostera*, *Potamogeton*, *Zanichellia* sind perennierende Pflanzen, werden also dadurch, dass ein Teil von ihnen in die Fanggeräte kommt, nicht ausgerottet.“ (ebenda S. 391)

SEIFERT (1938) beschreibt die Phytalverbreitung im Greifswalder Bodden folgendermaßen: „Das Phytal ist der an Ausdehnung größte Lebensraum des Gebiets. Etwa $\frac{9}{10}$ der Bodenfläche des Greifswalder Boddens sind bewachsen und nur an wenigen Stellen tritt der Grund frei zutage. Schon HENKING (1904) erwähnt die ungeheuren Mengen „Kraut“, die den Dredgebeutel füllen und ein Abfischen erschweren. Auf die artenmäßige Zusammensetzung des Bewuchses soll hier nicht näher eingegangen werden.“ Des Weiteren nimmt SEIFERT (1938) folgende vertikale Gliederung des Pflanzenbewuchses vor: „Von der Wasserlinie bis zur 3 m-Isobathe erstreckt sich die *Zostera*-Region (im Speziellen Teil auch als „oberes Litoral“ bezeichnet), für die neben dem Seegrasbewuchs noch das Vorkommen von *Ruppia maritima* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Ulva latissima* L. und anderer Arten³ charakteristisch ist. Nach unten schließt sich an: die *Furcellaria*-Region mit *Furcellaria fastigiata* LAMOUR und (nicht überall) *Fucus vesiculosus* for. *avisiculosa* L.. Über dem Sandgrund liegt in dieser Region des „unteren“ Litorals zumeist schon eine leichte Schlickauflage. Die Zone über 8 m Tiefe bedeckt dann ausnahmslos der graue Schlick; auf ihm findet sich, nur die Schlicklöcher frei lassend, eine dünne Decke pflanzlichen Detritus.“ (vgl. Abb. 3)

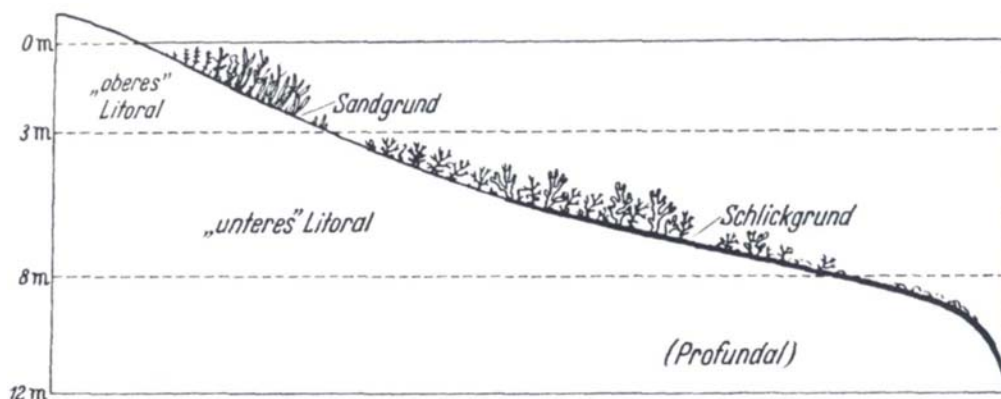


Abb. 1: Schema der vertikalen Gliederung des Untergrundes des Greifswalder Boddens für die Zeit der 30er Jahre nach SEIFERT (1938)

³ SEIFERT (1938) verweist darauf, dass eine vollständige Liste der Phanerogamen und Großalgen in STAMMER (1928, S. 47, 48) enthalten ist

Für die Folgezeit sind Aussagen zum Phytal in SUBKLEW (1955) und ENGELMANN (1964) enthalten. ENGELMANN (1964) nimmt an, dass die flacheren Gebiete des Greifswalder Boddens einen dichten Bewuchs aufweisen. Für die tieferen Areale des Boddens werden nur seltene Pflanzennachweise erwähnt, sodass kein oder nur ein schütterer Pflanzenbewuchs abgeleitet wird. ENGELMANN (1964) bezieht sich auf SUBKLEW (1955) und unterscheidet die in Abb. 1 dargestellten Bewuchszonen. SUBKLEW (1955) bemerkt, dass unter 6 m Wassertiefe jeglicher Bewuchs fehlt, übernimmt aber die Angabe von SEIFERT (1938) und weist die Rotalgen-Zone bis 8 m Wassertiefe aus.

GEISEL & MEßNER (1989) leiten anhand überschlägiger Berechnungen ab, dass weniger als 20 % der Bodenfläche des Greifswalder Boddens mit Makrophyten bestanden ist⁴. Die Ergebnisse jüngerer Aufnahmen wie z.B. BARTELS & KLÜBER (1998) sind mit den Angaben von GEISEL und MEßNER aus den 80er Jahren vergleichbar. Demnach wäre ein rapider Rückgang des Phytals gegenüber den Angaben von SEIFERT (1938) mit 90 % Bodenbedeckung festzustellen. Die Angaben von SUBKLEW (1955) und ENGELMANN (1964) verweisen schon für die 60er Jahre auf eine deutlich geringere Verbreitung von Makrophyten⁵. Infolge der deutlichen Unterschiede der Angaben zur Phytalverbreitung vom Anfang des letzten Jahrhunderts (REIBISCH 1904, HENKING 1904 und vor allem SEIFERT 1938) gegenüber den späteren Darstellungen (ENGELMANN 1964, GEISEL & MESSNER 1989, BARTELS & KLÜBER 1998) wird darauf hingewiesen, dass die Aussagen von SEIFERT nicht belegt und nicht widerlegt werden können (VIETINGHOFF 1990). Trotzdem ist von einer Verringerung des Makrophytenbestandes aufgrund der Veränderungen der Sichttiefe auszugehen, wobei sich Verschiebungen scheinbar schon vor den 60er Jahren vollzogen haben könnten. VIETINGHOFF (1990) bemerkt dazu, dass sich die Sichttiefen in den Jahren nach 1966 nicht signifikant verschlechtert haben.

Eine Gegenüberstellung der Angaben zur vertikalen Verbreitungsgrenzen aus den unterschiedlichen Zeiträumen (Tab. 8) verdeutlicht, dass sich scheinbar für die Zone bis ca. 3 m Wassertiefe, in der vor allem *Potamogeton* mit begleitenden Arten bis 1 bis 2 m Wassertiefe und Seegrasswiesen bis ca. 3 m Wassertiefe vorzufinden sind, nur unwesentliche Verschiebungen vollzogen haben könnten. Deutlicher lässt sich eine Verringerung der Bewuchsgrenze der Rotalgen-Zone von maximal bis ca. 8 m auf ca. 6 m ableiten. Die gravierenden Unterschiede der Angaben zum Bedeckungsgrad mit submersen Makrophyten legt die Schlussfolgerung nahe, dass sich die Pflanzenbestände gelichtet haben und in den

⁴ GEISEL (1986) und MEßNER (1986) gehen sogar von realen Bedeckungsgraden von weniger 15 % bzw. weniger 10 % aus.

⁵ ENGELMANN (1964) erwähnt mit Verweis auf andere Autoren einen Bedeckungsanteil von 75 %, stellt jedoch nicht klar heraus, auf welchen Zeitraum sich diese Angabe bezieht (ebenda S. 9)

letzten Jahrzehnten lückiger verbreitet sind, als es im Referenzzustand vom Anfang des 20. Jahrhunderts gegeben war. Dabei haben sich wohl in der Rotalgen-Zone maßgebliche Veränderungen vollzogen. Anhand der Angaben von REIBISCH (1904), HENKING (1904) und vor allem SEIFERT (1938) lässt sich ein dichter, flächenhafter Bewuchs in der Rotalgen-Zone ableiten, wobei ausgedehnte, lose auf Schlick und anderen Substraten liegende Rotalgenbestände (wie *Furcellaria fastigiata* und *Fucus vesiculosus*) ggf. vorzufinden waren (MEßNER 1986). Heute treten standortgebundene Rotalgen-Vorkommen vor allem im Zusammenhang mit Hartsubstraten auf, die nur lokal und räumlich begrenzt verbreitet sind.

Tab. 8 Gegenüberstellung der vertikalen Gliederung der Bewuchszonen mit Phytal im Greifswalder Bodden für die 30er Jahre (SEIFERT 1938), die 60er Jahre (ENGELMANN 1964 sowie SUBKLEW 1955) und von GEISEL (1986)

Wassertiefen-Zone	Phytal-Verbreitung nach SEIFERT (1938)	Wassertiefen-Zone	Phytal-Verbreitung nach ENGELMANN (1964) / SUBKLEW (1955)	Wassertiefen-Zone	Phytal-Verbreitung nach Geisel (1986)
0 – 3 m	Zostera-Zone mit <i>Ruppia maritima</i> , <i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>Ulva latissima</i> und anderer Arten	0 – 1 m	Potamogeton-Ulva-Zone	0 – 0,5 m	Enteromorpha-Zone
		1,0 – 3,0	Zostera-Zone	0,3 – 1,5 m	Cladophora-Zone
				1,0 – 3,0	Potamogeton-Zone
				2,0 – 4,0	Zostera-Zone
3,0 – 8 m	Rotalgen-Zone	3,0 – (6) 8 m	Rotalgen-Zone	3,0 – (6) m	Rotalgen-Zone

4 Zusammenfassung

Typ B1, das Oligohalinikum, setzt sich aus vergleichsweise homogenen Artengemeinschaften von Tieren aus dem Süßwasser und wenigen marin-euryhalinen Arten zusammen. Die Arten verteilen sich zu etwa 50 % auf die Annelida (Oligochaeta, Hirudinea, Polychaeta), weiterhin auf Insektenlarven, limnischen Gastropoda und die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha*. Mit abnehmendem Salzgehalt geht die Zahl marin-euryhaliner Arten zurück. Kleinpolychaeten wie *Alkmaria rominji*, *Manayunkia aestuarina*, *Pygospio elegans*, *Streblospio shrubsoli*, *Fabricia sabella* und die drei Muschelarten (*Mya arenaria*, *Macoma balthica*, *Cerastoderma glaucum*) des Greifswalder Boddens haben ihre Verbreitungsgrenze unter durchschnittlichen hydrografischen Bedingungen bei Freest in der Spandowerhagener

Wiek. *Hediste diversicolor* und *Corophium volutator* dringen weiter in den Peenestrom ein. *Marenzelleria* ssp, *Gammarus salinus*, *G. zaddachi*, *G. duebeni* und *Neomysis integer* dringen bis in das Kleine Haff vor. Die Verbreitungsgrenzen sind fließend und hängen von den meteorologischen Bedingungen ab. Nach Salzwassereinbrüchen kommen fast alle genannten marin-euryhalinen Arten im Kleinen Haff vor. In Perioden mit starkem Oberwasserabfluss fehlen diese Arten im Gewässer-System Peenestrom/Kleines Haff und werden von limnisch geprägten benthischen Gemeinschaften ersetzt. Die Besiedlung der Spandowerhagener Wiek zeigt Beziehungen zu mesohalinen inneren Küstengewässern.

Eine Gegenüberstellung des historischen mit dem aktuellen Zustand ist für das Oderästuar lediglich anhand von Daten vom Anfang des 20. Jahrhunderts möglich (BRANDT 1996/97, NEUBAUER 1927, NEUHAUS 1933). Für den Zeitraum unmittelbar vor der intensiven Eutrophierung der 60er Jahre liegt nur die Arbeit von WIKTOR & WIKTOR (1954) vor, die RÖDIGER (2003) in ihrer Analyse berücksichtigt hat.

Als wesentliche, historische Veränderungen im Oderästuar können eine Zunahme von Abundanz und Biomasse von Arten zweier Gruppen, die Einwanderung von Neozoen sowie einzelne Verschiebungen bei der Artenzusammensetzung, wie bei der Phytofauna herausgestellt werden.

MASLOWSKI (1993) und OSADCZUK & WAWRZYNIAK (1998) zeigen eine Zunahme von Abundanz und Biomasse bei den Tubificiden und Chironomiden sowie einen Rückgang der *Dreissena*-Vorkommen, was die Autoren auf Eutrophierungsprozesse zurückführen. RÖDIGER (2003) führt als Grund für die enorme Steigerung der Abundanz im Haff die eutrophierungsbedingte Erhöhung des Gehalts organischer Partikel im Sediment auf, die die Nahrungsbedingungen für die Organismen des Endobenthos deutlich verbessert haben könnte (Abb. 2).

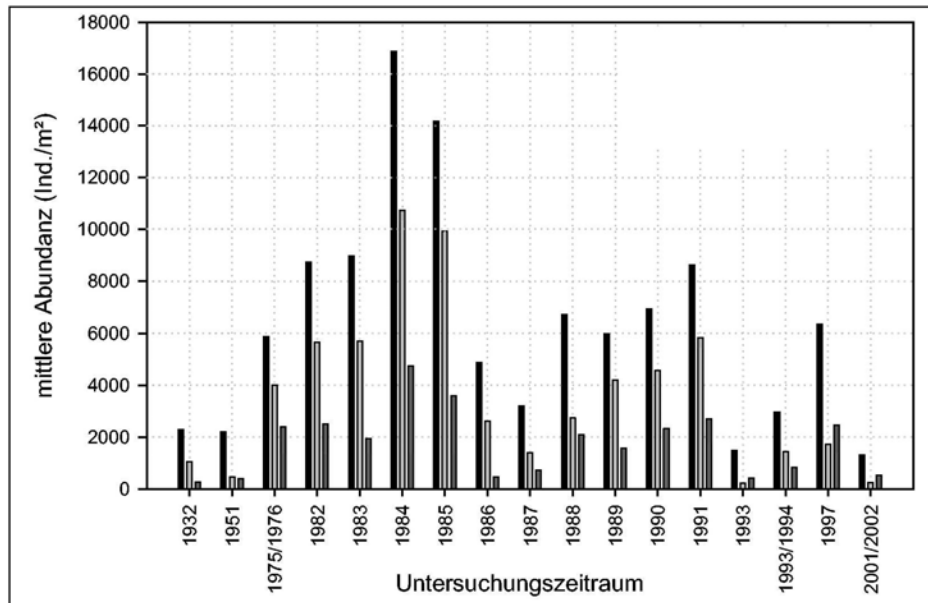


Abb. 2: Historische Abundanzentwicklung von Chironomiden und Oligochaeten (aus: RÖDIGER 2003 unter Verwendung verschiedener Erfassungen des Makrozoobenthos – Quellenangaben in RÖDIGER 2003)

Des Weiteren verweist RÖDIGER (2003) auf verschiedene Arten, die von NEUHAUS (1933) und NEUBAUER (1927) als Bewohner der Makrophytenzone der sandigen Flachwasserbereiche beschrieben wurden, und die in den aktuellen Untersuchungen deutlich dezimiert oder gar nicht mehr vorzufinden waren. Diese Veränderung in der Phytalfauna könnte zumindest teilweise mit einer zu vermutenden Reduzierung des Makrophytenbestandes im Zusammenhang stehen.

Hinsichtlich des Makrophytenbestandes im Haff deuten die wenigen, mehr indirekt beschreibenden Angaben darauf hin, dass am Anfang des letzten Jahrhunderts zumindest in einigen geeigneten Arealen noch Bewuchsgrenzen bis maximal 2 m Wassertiefe erreicht werden konnten. Demnach waren vermutlich in einigen Bereichen der flachen, häufig sandigen Schaarflächen des Haffs Makrophytenbestände vorzufinden (ggf. als lückige Bestände ?) und auch in den ufernahen Randzonen könnte ein etwas geschlossener und dichter Phytalsaum ausgebildet gewesen sein. Bei Berücksichtigung der historischen Entwicklung des Phytals im Greifswalder Bodden könnte abgeleitet werden, dass sich der Rückgang des Pflanzenbewuchses nicht erst mit der intensiven Eutrophierungsphase in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts vollzogen hat, sondern auch schon vorher eine Verringerung erfolgte.

Abschließend soll auch die Neueinwanderung von gebietsfremden Arten in das Haffgebiet aufgeführt werden. Demnach sind einige Arten wie *Dreissena polymorpha*, *Cordylophora caspia* und *Potamopyrgus antipodarum* schon längere Zeit im Gebiet verbreitet. Für die 80er und frühen 90er Jahre zeigt RÖDIGER (2003) eine Zunahme der Einwanderung insbesondere

anhand von *Marenzelleria spec.*, *Gammarus tigrinus* und *Pontogammarus robustoides* auf (Tab. 9). Die Veränderungen der Benthosgemeinschaften durch Neozoen stehen allerdings nicht in direktem Zusammenhang mit den Eutrophierungsprozessen der Seegewässer.

Tab. 9 Historische Übersicht über Neozoen im Stettiner Haff (aus: RÖDIGER 2003)

Einzelfund ■ bis ■■■■■ sehr häufig ? : bestimmt als *Corophium volutator*

Herkunft: 1) Pontokaspischer Raum 2) Nordamerika 3) Ozeanien 4) Asiatischer Raum

* entnommen aus GRUSZKA (1999)

	Erstnachweis im Oderästuar *	BRANDT 1896/97	NEUBAUR 1927	NEUHAUS 1933	WIKTOR&WIKTOR 1954	MASLOWSKI 1992	WOLNOMIEJSKI 1994	GÜNTHER et. al. 1995	HENSEL 1994	LEWIN 1998	Diese Arbeit 2001/02
<i>Cordylophora caspia</i> ¹⁾	19 Jhdt.	■■■	■■■	■■■■	■■						■
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> ³⁾	19 Jhdt.				■■■■	■■■	■	■■	■	■■	■
<i>Dreissena polymorpha</i> ¹⁾	19 Jhdt.	■■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■	■■	■■	■■■	■■■■
<i>Branchiura sowerbyi</i> ⁴⁾	1976				■■						
<i>Marenzelleria viridis</i> ²⁾	1986					■	■	■■■■	■■	■■■■	■■
<i>Corophium curvispinum</i> ¹⁾	Beginn 20 Jhdt.	?	■■■■	?	■■■		?	?			■■■
<i>Gammarus tigrinus</i> ²⁾	1991										■■■■
<i>Pontogammarus robustoides</i> ¹⁾	1988										■■■■

Literatur

- BARTELS, S. & U. KLÜBER 1998:** Die räumliche Verteilung des Makrophytobenthos und seine Akkumulation von Nährstoffen und Schwermetallen. Teil I: Erfassung des Bedeckungsgrades des Greifswalder Boddens mit submersen Makrophyten. Greifswalder Geographische Arbeiten 16: 316-325.
- BRANDT, K. 1896/97:** Über das Stettiner Haff. - Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen (Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung Deutscher Meere). Bd. 1 (Heft 2): 107-130.
- BLÜMEL, C., A. DOMIN, J.C. KRAUSE, M. SCHUBERT, U. SCHIEWER & H. SCHUBERT 2002:** Der historische Makrophytenbewuchs der inneren Gewässer der deutschen Ostseeküste. Sind historische Daten zur Bestimmung der typspezifischen ökologischen Referenzbedingungen gemäß den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft geeignet? Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 10: 5-111.
- DUMKE, A. 2001:** Substratkartierungen im Kleinen Stettiner Haff. Jahresheft 2001 des Vereins Fisch und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern e.V.. 61-70.
- ENGELMANN, H.-D. 1964:** Qualitative und quantitative Benthosuntersuchungen im Greifswalder Bodden zur Erfassung der Produktivität. Dissertation EMAU Greifswald.
- FENSKE, C. 2003:** Die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) im Oderhaff und ihre Bedeutung für das Küstenzonenmanagement. - Dissertation. EMAU Greifswald: 1-180.
- GEISEL, T. (1986):** Pflanzensoziologische Untersuchungen am Makrophytobenthos des Greifswalder Boddens. Diplomarbeit Univ. Rostock.
- GEISEL, T. & U. MEßNER 1989:** Flora und Fauna des Bodens im Greifswalder Bodden. Meer und Museum 5: 44-51.
- GESSNER, F. 1957:** Meer und Strand. - VEB Deutsch Verlag der Wissenschaften, Berlin: 1-426.
- GOSSELCK, F., SCHULZ, N., WINKLER, H. & R. LAUTERBACH 1999:** Untersuchungen des ökologischen Zustandes und der Eignung der in den inneren Küstengewässern des Landes eingerichteten Laichschonbezirke. - Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.
- GÜNTHER, B., D. ANDRES, S. OSSIG & H. JANITZ 1995:** Status-quo-Erfassung des Makrozoobenthos im Peenestrom und im Kleinen Haff. - Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 3: 189-219.
- HENKING, H. 1904:** Orientierungsfahrten im Greifswalder Bodden. Mitt. dtsh. Seffisch.-Ver. 1904 Nr. 11..
- HOLTZ, L. 1892:** Die Characeen Neuvorpommerns und der Insel Rügen und der Insel Usedom. Mitt. Nat. Ver. Neuvorpommern und Rügen 23. 99-156.

- IFAÖ 2004:** PSCI-Gebiete im Greifswalder Bodden, Differenzierung der FFH-Lebensraumtypen. Beurteilung der Empfindlichkeit. unveröff. Gutachten im Auftrag von UmweltPlan Stralsund, Institut für Angewandte Ökologie, Broderstorf bei Rostock, Februar 2004.
- IFAÖ 2007:** Fischereibiologische und sozioökonomische Untersuchungen zum Aalbestand (*Anguilla anguilla* Linnaeus 1758) in den Küsten- und Binnengewässern des Landes Mecklenburg-Vorpommern - Teilprojekt Studie zur Habitatverteilung in den Küstengewässern von M-V als Basis zur Festlegung eines Probenrasters (Kurztitel: Habitatstrukturen). Gutachten im Auftrag der Landesforschungsanstalt für Fischerei M-V, Institut für Angewandte Ökologie, Broderstorf bei Rostock, Februar 2007.
- IFAÖ & MARILIM 2002:** Sensitivitätskartierung. Kartierung des Makrobenthos. Beprobung des Benthos in ausgewählten Bereichen der deutschen Ostseeküste. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Sonderstelle der Küstenländer zur Bekämpfung von Meeresverschmutzung. November 2002.
- KORICH, U.G. (1993):** Der Makrophytenbestand des Strelasundes und seine Bezüge zu fischereilichen Aspekten. Diplomarbeit Humboldt-Univ. Berlin.
- KÜSTER, A. 1997:** Ökophysiologische Charakterisierung der Characeenbestände an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. - Diplomarbeit. Universität Rostock: 1-76.
- MASLOWSKI 1992
- MASLOWSKI, J. 1993:** Long-term changes in the bottom macrofauna of the Szczecin Lagoon (north-western Poland). - *Acta Hydrobiol.* **35**, 4: 341-355.
- MEßNER, U.. (1986):** Untersuchungen an der Phytalfauna des Greifswalder Boddens. Diplomarbeit Univ. Rostock.
- NEUBAUER, R. 1926.** Biologisches und Wirtschaftliches vom Blei. - *Zeitschr. f. Fischerei* **24**: 245-261.
- NEUBAUER, R. 1927.** Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna des Stettiner Haffs und der Swinemünder Bucht. - *Zeitschr. f. Fischerei*, **25**: 245-261.
- NEUHAUS, E. 1933.** Studien über das Stettiner Haff und seine Nebengewässer. Untersuchungen über die allgemeinen und biologischen Verhältnisse. - *Z. Fischerei*, **31**, S. 427-489.
- RAMBOW, S. (1994):** Untersuchungen zur quantitativen Erfassung des Bedeckungsgrades von submersen Makrophyten im nordöstlichen Greifswalder Bodden mit Hilfe der Unterwasservideographie und der Luftbild-Auswertung. Diplomarbeit Univ. Rostock.
- RÖDIGER, S. (2003):** Untersuchung der Makrozoobenthosgemeinschaft des Stettiner Haffs (südliche Ostsee) vor dem Hintergrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Diplomarbeit Universität Duisburg-Essen - Studiengang Ökologie. Essen Juli 2003
- SAAVEDRA-PEREZ, M. 1990.** Bonitierung des Makrozoobenthos im Greifswalder Bodden. - Diplomarbeit Univ. Rostock: 1-99, Anhang.

- SCABELL, J. 1988:** Der Rügenschel Frühjahrshering – Das Laichgeschehen. Diss. Univ. Rostock.
- SEIFERT, R. 1938:** Die Bodenfauna des Greifswalder Boddens. – Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere **34** (2): 221-227.
- STAMMER, H.J. 1928:** Die Fauna der Ryckmündung, eine Brackwasserstudie. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 11. 36-101.
- SUBKLEW, H.-J. 1955:** Der Greifswalder Bodden, fischereibiologisch und fischereiwirtschaftlich betrachtet. Z. f. Fischerei, N.F., 4. 545-588.
- VIETINGHOFF, U. 1990:** Ökologische Auswirkungen der Veränderung der Betriebsbedingungen des KKW Nord auf den Greifswalder Bodden. Unveröff. Jahresbericht 1990 zum Fördervorhaben des UBA. Universität Rostock, Fachbereich Biologie.
- VIETINGHOFF, U. - Hrsg. 1995:** Der Greifswalder Bodden. Meeresbiol. Beitr. 3: 1-219.
- Yousef, M.A.M., H. Schubert, H. & H. v. Nordheim 2001:** Charophytes in the Baltic Sea – Threats and Conservation. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 72 des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg.
- WIKTOR, J. & K. WIKTOR 1954:** Jakosciowe i ilosciowe badania fauny dennei Zalewu Szczecinskiego (Qualitative and quantitative Investigation of the Szczecin Bay bottom fauna). - Morski Instytut Rybacki Gdynia. Bd. 7: 127-152.

Anhang 1: Makrophyten der Laichschongebiete des Kleinen Haffs und des Peenestroms
nach GOSSELCK et al. (1999) – Aufnahmen 1997/1998

Laichschongebiet	Makrophyten nach GOSSELCK et al. (1999) – Aufnahmen 1997/1998
Fischereibezirk Stettiner Haff 01	
Neuwarper See	Wasserpflanzen kamen im Norden des Riether Werders, am Westrand des Sees und am Südufer vor. Es handelte sich um lockere Bestände der Kammlaichkraut-Gesellschaft (<i>Potamogeton pectinatus</i>) sowie um Einzelpflanzen der Kanadischen Wasserpest (<i>Elodea canadensis</i>) und des Gemeinen Hornblattes (<i>Ceratophyllum demersum</i>). Der Deckungsgrad lag bei 5-25 %.
Repziner Haken	In den Schilfbuchten kamen fleckenartig Laichkräuter vor. Innerhalb der Buchten dominierte die Kammlaichkraut-Gesellschaft (<i>Potamogeton pectinatus</i>), während die Gesellschaft des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) auch außerhalb der Buchten einzelne Bestandsflecken von 5 - 50 m ² Größe bildete.
Hartschaar	Die Makrophytenbestände wurden durch die Gesellschaften des Kammlaichkrautes (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) bestimmt. Der Deckungsgrad lag bei 5 - 50 %. Das Durchwachsenblättrige Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) trat in reinen Bestandsflecken von 5 - 50 m ² innerhalb der Buchten, aber auch außerhalb des Schilfgürtels bis zu einer Wassertiefe von 0,8 m auf. Als Begleiter des Kammlaichkrautes (<i>Potamogeton pectinatus</i>) kamen Watte von makroskopischen Grünalgen wie <i>Enteromorpha spec.</i> , <i>Cladophora spec.</i> und <i>Chaetomorpha linum</i> vor.
Kamighaken	Die Buchten wiesen einen lockeren Bewuchs mit Vertretern der Kammlaichkraut-Gesellschaft (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und der Gesellschaft des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) auf. Das Durchwachsenblättrige Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) bildete auch hier wie auf dem Repziner Haken und der Hartschaar kleine Bestandsflecken vor dem Schilfgürtel. Am Rand der Buchten traten die Kanadische Wasserpest (<i>Elodea canadensis</i>), das Gemeine Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>) und das Krause Laichkraut (<i>Potamogeton crispus</i>) sporadisch auf. Als Begleiter kamen Grünalgen vor (<i>Enteromorpha spec.</i> , <i>Cladophora spec.</i> , <i>Chaetomorpha linum</i>).
Göschenbrinksfläche	In einer größeren Bucht im Nordabschnitt des Gebietes wurden verschiedene Wasserpflanzen mit einem Deckungsgrad von 25-50 % nachgewiesen. Hier kamen Laichkräuter, Kanadische Wasserpest (<i>Elodea canadensis</i>), Gemeines Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), Ähriges Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>) und makroskopische Grünalgen vor. Der größere Teil des Laichschongebietes ist makrophytenarm und wird nur von einzelnen Pflanzen der Kammlaichkraut-Gesellschaft (<i>Potamogeton pectinatus</i>) besiedelt.
Anklamer Fähre	Eine Vielzahl von Wasserpflanzen traten besonders in der Nordbucht auf. Die Pflanzen bildeten teils eigene Bestandsflecken, teils waren sie miteinander vergesellschaftet. Die häufigsten Pflanzenarten waren die Kanadische Wasserpest (<i>Elodea canadensis</i>), das Gemeine Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), drei Laichkrautarten (<i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. lucens</i>) und das Ährige Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>). In der Nordbucht befanden sich ausgedehnte Teich- und Seerosenfelder (<i>Nuphar lutea</i> und <i>Nymphaea alba</i>). In den Kanälen dominierte die Wasserpest (<i>Elodea canadensis</i>).
Borkenhaken	Die Makrophyten, Vertreter der Kammlaichkraut-Gesellschaft (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und der Gesellschaft des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>), traten in kleinen Bestandsflecken in unmittelbarer Ufernähe auf.
Usedomer See	Am Westufer treten bis dicht an das Fahrwasser und teilweise auch an dessen Ostrand inselartige Bestände des Schmalblättrigen Rohrkolbens (<i>Typha angustifolia</i>) und der Gemeinen Teichsimse (<i>Schoenoplectetus lacustris</i>) auf. Letztere bildet auch im zentralen Teil des Usedomer Sees einen großen Bestand. Vor dem Hafen kommen größere Bestände des Kammlaichkrautes (<i>Potamogeton pectinatus</i>) vor. Auch am Ostufer kam das Kammlaichkraut in geringen Abundanzen vor. Südlich dieser Bewuchszone bildete die Gesellschaft des Spiegelnden Laichkrautes (<i>Potamogeton lucentis</i>) lockere Bestandsflecken.

Laichschongebiet	Makrophyten nach GOSSELCK et al. (1999) – Aufnahmen 1997/1998
Fischereibeizirk Peenestrom 02	
Klotzower Gewässer	Die Kanäle vor den Deichen waren mit verschiedenen Makrophyten bewachsen. Leitgesellschaft war die Gesellschaft der Kanadischen Wasserpest (<i>Elodeetum canadensis</i>). Dazu kamen noch in größerer Anzahl die Teichlinse (<i>Spirodela polyrrhiza</i>), das Gemeine Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), der Froschbiß (<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>), Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) sowie der Teichfaden (<i>Zannichellia palustris</i>) vor. Am alten Fährhof befand sich ein kleiner Bestand der Gelben Teichrose (<i>Nuphar lutea</i>). Vor dem Schilfgürtel traten Teppiche des Durchwachsenblättrigen Laichkrauts auf. Die maximale Bewuchstiefe reichte bis 1.7 m.
Jamitzower Hard	Typisch für das Gebiet sind inselartige Bestände der Gemeinen Teichsimse vor dem gesamten Uferbereich (<i>Schoenoplectus lacustris</i>). Dichte Bestände des Spiegelnden (<i>Potamogeton lucens</i>) und des Durchwachsenblättrigen Laichkrauts (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) waren vor allem vor dem Schilfgürtel und an der Ostgrenze des Laichschongebietes ausgebildet. Die Bewuchstiefe reichte bis 1,5 m. Der Deichkanal war mit einer Vielzahl von Makrophytenarten fast flächendeckend ausgefüllt. Dazu gehörten Kanadische Wasserpest (<i>Elodea canadensis</i>), Gemeines Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), Krauses Laichkraut (<i>Potamogeton crispus</i>), Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>), Teichfaden (<i>Zannichellia palustris</i>) sowie See- und Teichrosen (<i>Nymphaea alba</i> , <i>Nuphar lutea</i>).
Balmer See	Im Uferbereich des Laichschongebietes trat in geringen Abundanzen das Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) bis zu einer Wassertiefe von 0.8 m auf. Einzelne Bestandsflecken des Durchwachsenblättrigen Laichkrauts (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) kamen auch noch vor.
Hohe Schaar	Das Gebiet ist zu etwa 50% mit Durchwachsenblättrigem Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) bedeckt.
Hohendorfer See	Die Uferzonen waren mit Beständen von Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und Gemeinem Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>) in geringer Dichte besiedelt. Im Süden lag der Deckungsgrad höher. Auch einzelne Bestandsflecken des Durchwachsenblättrigen Laichkrauts (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) und des Spiegelnden Laichkrauts (<i>Potamogeton lucens</i>) kamen vor.
Sauziner Bucht	Am Nordostufer treten größere Bestände des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) auf. Am Südufer kommen das Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und das Nixkraut (<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i> , Rote Liste M-V Kat. 2) hinzu.
Spitzhörner Bucht	Lediglich vor dem Nordufer der Schilfinsel und an einigen Uferabschnitten trat das Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) in geringer Dichte auf.
Mahlzower Bucht	Die Makrophytenflora ist äußerst spärlich ausgeprägt. Nur an wenigen Stellen im Flachwasserbereich der Bucht kamen vereinzelt Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und Durchwachsenblättriges Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) vor.
Rohrplan bei Zecherin	Im gesamten Gebiet sind reichlich Makrophyten vorhanden. Der Bedeckungsgrad beträgt besonders in Ufernähe 80-100 %. Während am Ostufer das Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) mit den epiphytischen Algen <i>Cladophora glomerata</i> , <i>Ceramium diaphanum</i> und <i>Chaetomorpha linum</i> vorherrscht, sind es im Uferbereich des Rohrplans neben dem Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) das Durchwachsenblättrige Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) und das Gemeine Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>). Auch hier sind als Aufwuchs die bereits erwähnten Algen zu beobachten. Bemerkenswert ist das Auftreten des Nixkrautes (<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>).
Kuhler Ort	In den Randbereichen beträgt der Bedeckungsgrad 80-90 %. Auch im mittleren, zur Peene offenen Teil kommen dichte Bestände vor. Im Nordabschnitt finden sich das Gemeine Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), das Kammlaichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und das Nixkraut (<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>). Im mittleren und südlichen Teil sind es das Durchwachsenblättrige Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) und das Kammlaichkraut. Hier findet sich auch die Grünalge <i>Enteromorpha intestinalis</i> (Darmtang).
Alte Peene und Krösliner See	In der Alten Peene bilden die Makrophyten besonders am Ostufer einen lockeren Bestand. Es handelt sich um die Pflanzengesellschaft des mittleren Nixkrautes (<i>Najadetum intermediae</i>) sowie um Bestände des Kammlaichkrautes (<i>Potamogeton pectinatus</i>), des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>), des Ährigen Tausendblatts (<i>Myriophyllum spicatum</i>), des Teichfadens (<i>Zannichellia palustris</i>) sowie um die Algen <i>Enteromorpha intestinalis</i> , <i>Cladophora glomerata</i> und <i>Pylayella littoralis</i> . Im Totarm sind es zusätzlich die Algen <i>Spirogyra</i> spec., <i>Mougeotia</i> spec. und <i>Zygnema</i> spec. Durchgängig tritt das Nixkraut (<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>) auf. Im Krösliner See sind die Makrophyten vor allem im Nordteil zu beobachten. Es sind Bestände des Nixkrautes (<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>), Teichfadens (<i>Zannichellia palustris</i>) und des Durchwachsenblättrigen Laichkrautes (<i>Potamogeton perfoliatus</i>).

Laichschongebiet	Makrophyten nach GOSSELCK et al. (1999) – Aufnahmen 1997/1998
Freester Hook	In der Nordhälfte und in den übrigen ufernahen Bereichen beträgt der Bedeckungsgrad 80 -100%. Im zentralen Teil ist die Bedeckung geringer (5 - 25%). Bestände des Kammlaichkrauts (<i>Potamogeton pectinatus</i>) und des Ährigen Tausendblatts (<i>Myriophyllum spicatum</i>) dominieren im Gebiet.
Freesendorfer See	Der gesamte See ist zu 80 -100% mit Makrophyten bedeckt, im Peeneteil sind es 40%. Bestimmend sind Kammlaichkraut und Ähriges Tausendblatt (<i>Potamogeton pectinatus/Myriophyllum spicatum</i>). Auffällig sind Vorkommen des Brackwasser-Hahnenfuß (<i>Ranunculus baudotii</i>). Daneben kommt Teichfaden (<i>Zannichellia palustris</i>) vor. An epiphytischen Algen traten <i>Cladophora glomerata</i> , <i>Ceramium diaphanum</i> und <i>Chaetomorpha linum</i> auf.

Anhang 2: Liste der Makrophytenarten des Greifswalder Boddens (verändert & ergänzt
GEISEL 1986 und BLÜMEL et al. 2002; verändert aus IFAÖ 2004)

Deutscher Name	wiss. Name	Status	Tiefe	
			< 2 m	2-6 m
Grünalgen				
Borstenhaar	<i>Chaetomorpha linum</i>	rezent	x	
Darmtang	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	rezent	x	
	<i>Enteromorpha spec.*</i>	rezent	x	
Meersalat	<i>Ulva lactuca</i>	rezent	x	
	<i>Cladophora glomerata</i>	rezent	x	
	<i>Cladophora spec.*</i>	rezent	x	
	<i>Monostroma spec.*</i>	rezent	x	
	<i>Hormiscia penicilliformis</i>	rezent	x	
Armluchteralgen				
	<i>Chara canescens</i>	rezent	x	
	<i>Chara balthica</i>	rezent	x	
	<i>Chara aspera</i>	rezent	x	
	<i>Tolypella nidifica</i>	rezent	x	x
	<i>Chara connivens</i>	verschollen	x	
	<i>Chara globularis</i>	verschollen	x	
	<i>Chara horrida</i>	verschollen	x	
	<i>Chara liljebladii</i>	verschollen	x	
	<i>Chara tomentosa</i>	verschollen	x	
Braunalgen				
	<i>Pilayella littoralis</i>	rezent		x
	<i>Ectocarpus confervoides</i>	rezent		x
	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	rezent		x
	<i>Elachistia fucicola</i>	rezent		x
Meersaite	<i>Chorda filum</i>	rezent		x
Sägetang	<i>Fucus serratus</i>	rezent		x
Blasentang	<i>Fucus vesiculosus</i>	rezent		x
Rotalgen				
Gabeltang	<i>Furcellaria fastigiata</i>	rezent	x	x
Horntang	<i>Ceramium tenuissimum</i>	rezent	x	x
	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	rezent	x	x
	<i>Polysiphonia urceolata</i>	rezent	x	x
	<i>Polysiphonia spec.*</i>	rezent	x	x
	<i>Rhodomela confervoides</i>	rezent	x	x
	<i>Ahntfeltia plicata</i>	rezent	x	x

Deutscher Name	wiss. Name	Status	Tiefe	
			< 2 m	2-6 m
Samenpflanzen				
Seegras	<i>Zostera marina</i>	rezent	x	x
Brackwasser-Hahnenfuß	<i>Ranunculus baudotii</i>	rezent		
Ähren-Tausendblatt	<i>Myriophyllum spicatum</i>	rezent		
Gemeines Hornblatt	<i>Ceratophyllum demersum</i>	rezent		
Kammlaichkraut	<i>Potamogeton pectinatus</i>	rezent		
Salde	<i>Ruppia cirrhosa</i>	rezent	x	
Teichfaden	<i>Zanichellia palustris</i>	rezent	x	x
Großes Nixkraut	<i>Najas marina</i>	rezent	x	

* mehrere weitere Arten (Taxonomie und Determination unklar)